



## Risø årsberetning 1990

**Sønderberg Petersen, Leif**

*Publication date:*  
1991

*Document Version*  
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Sønderberg Petersen, L. (Ed.) (1991). *Risø årsberetning 1990*. Forskningscenter Risø. Risø årsberetning

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

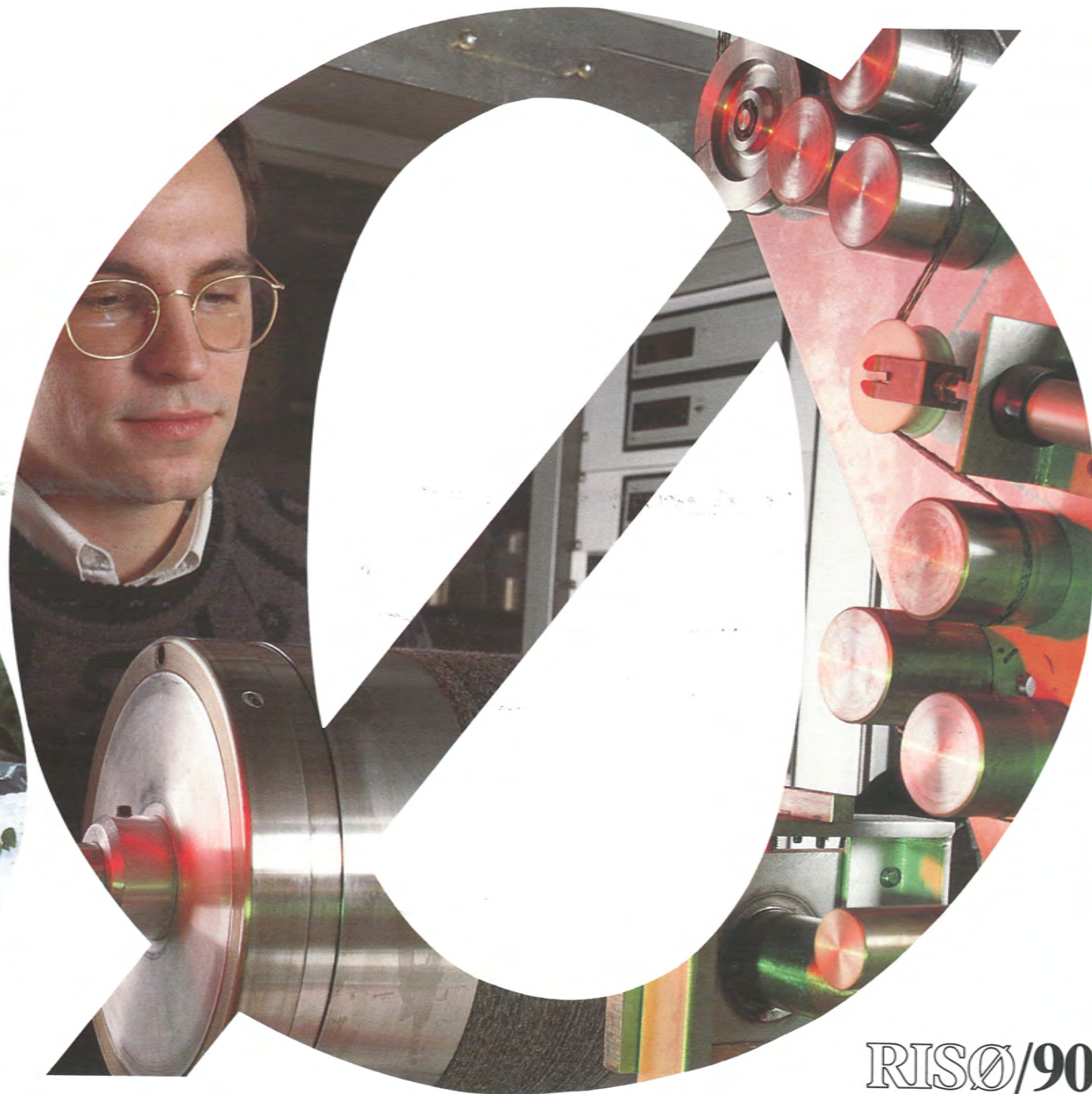
Institutionen

Energi

Miljø

Materialer

RISØ/90



# Forskningscenter Risø

## Årsberetning 1990

### Risø 1990

Udgivet af Forskningscenter Risø,  
maj 1991

#### Redaktion:

Leif Sønderberg Petersen

#### Layout:

Sylvest, Wilms & Kompagni

Fotos: Boye Koch

Sats: Grafisk Service, Risø

Illustrationer: Grafisk Service, Risø

Repro og Tryk: Notex – Grafisk

Service Center AS

Eftertryk med kildeangivelse tilladt

Forskningscenter Risø

Frederiksborgvej 399

Postboks 49

DK 4000 Roskilde

Telefon: 42 37 12 12

Telefax: 42 36 06 09

ISBN 87-550-1711-8

ISSN 0106-2557

### Anvendte forkortelser

Listen omfatter forkortelser, der er anvendt mere end ét sted i beretningen, eller som ikke er forklaret i teksten.

**CAT:** Center for Avanceret Teknologi, forsknings- og teknologipark oprettet af Risø, Roskilde Universitetscenter og Danmarks Miljøundersøgelser.

**DCAR:** Danish Center for Atmospheric Research, et samarbejde mellem en række laboratorier/institutioner indenfor området atmosfæreforskning, med Risø og Danmarks Miljøundersøgelser som drivende kraft.

**EFP:** Det Danske Energiforskningsprogram.

**ESPRIT:** European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology - EF's forskningsprogram vedrørende informationsteknologi.

**EUROTRAC:** European Experiment on Transport and Transformation of Environmentally Relevant Trace Constituents in the Troposphere over Europe. Miljøprojekt under EUREKA.

**JOULE:** Joint Opportunities for Unconventional or Long-term Energy Supply - EF's energiforskningsprogram vedrørende ikke-nuklear energi og rationel energiidnyttelse.

**STVF:** Statens teknisk-videnskabelige Forskningsråd

**UNEP:** United Nations Environment Programme - FN's miljøprogram.





## Institutionen: Tre forskningsområder, én virksomhed..... 2

Forskningsafdelingerne .....	32
Faciliteterne .....	34
Personalet og organisationen .....	36
Publikationerne .....	38
Regnskabet .....	48



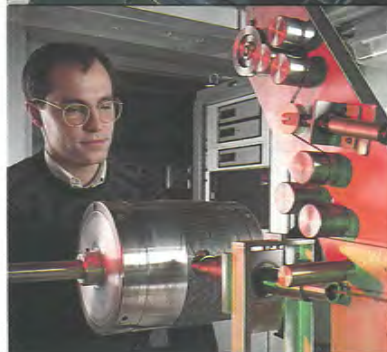
## Energi: Fremtidens effektive og miljøvenlige energisystemer ..... 5

Forbrændingsteknologi .....	6
Vindmøllekonstruktioner .....	7
Brændselsceller .....	9
Energi- og miljøplanlægning .....	10



## Miljø: Et teknologisk samfund på miljøets betingelser..... 11

Forureningsproblemer .....	12
Industriel sikkerhed og driftspålidelighed .....	18
Nukleare sikkerheds- og beredskabsforhold .....	21



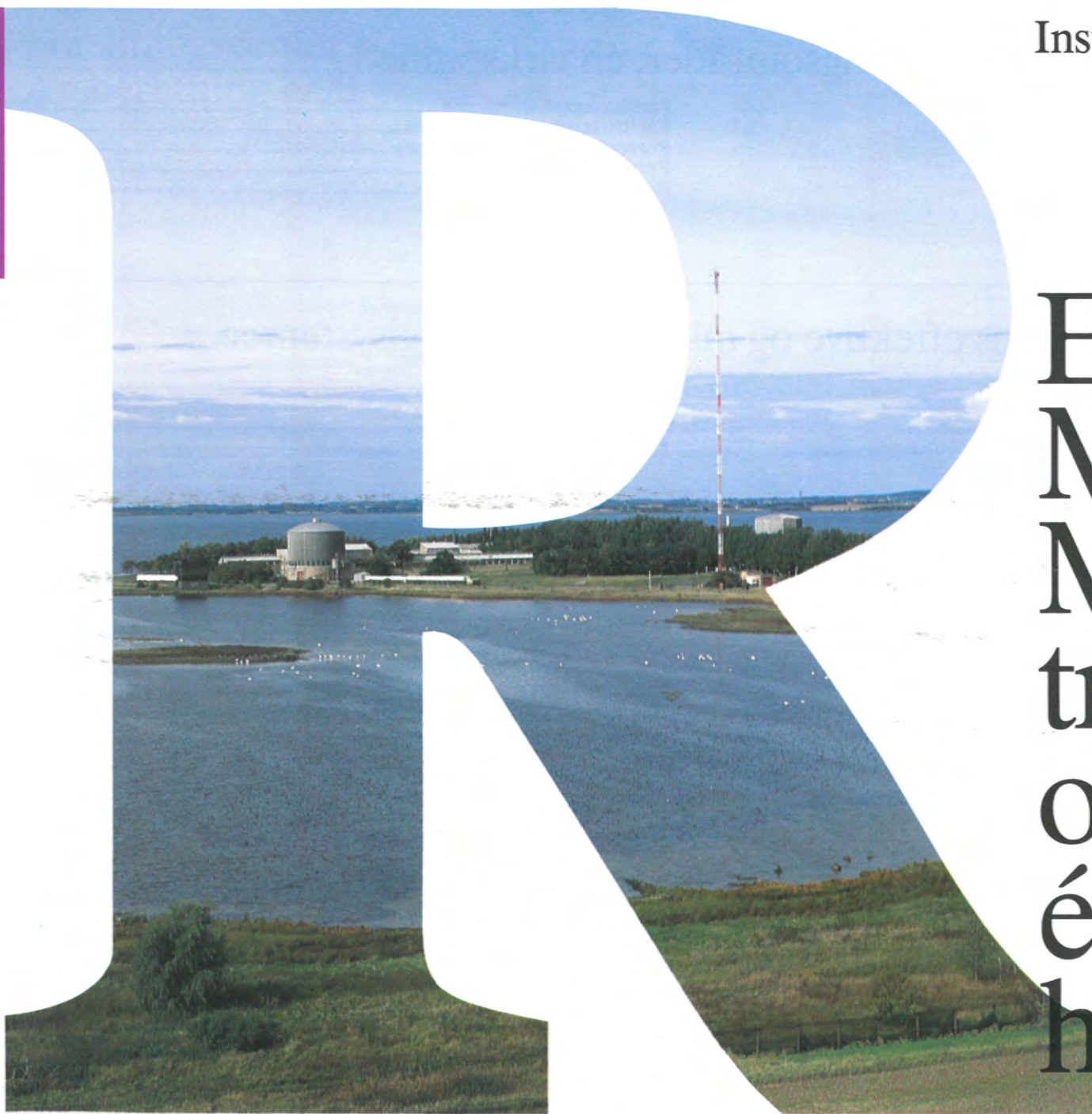
## Materialer: Avancerede materialer til fremtidens produkter..... 23

Materialers atomare egenskaber og struktur .....	24
Nye materialer .....	26
Måleprincipper baseret på optisk signalbehandling .....	28



Institutionen

# Energi Miljø Materialer - tre forsknings- områder ... én virksom- hed



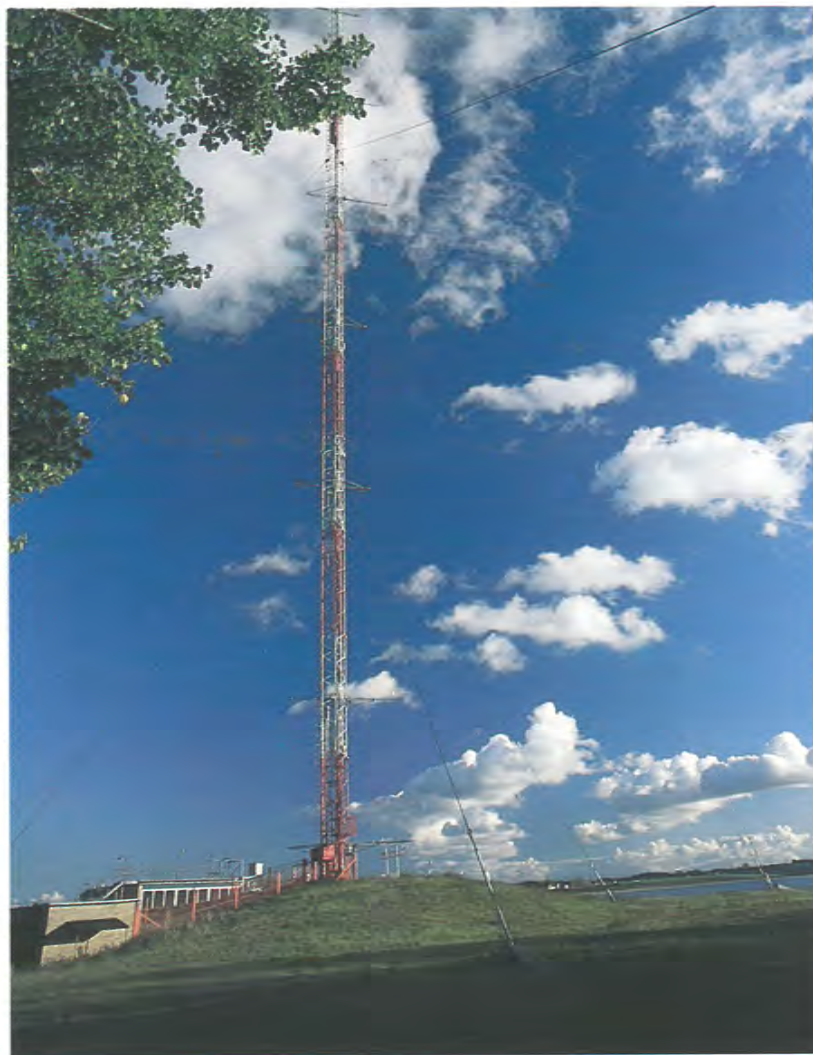


**1990 blev et år med store forandringer på Risø.** Der blev gennemført en omlægning af forskningsafdelingernes organisatoriske struktur, og for at tilpasse sig den økonomiske udvikling måtte Risø i foråret tage skridt til at reducere sit personale med i alt 85 medarbejdere over en periode på tre år.

Med reorganiseringen er Risø gået fra en afdelingsstruktur, der i det væsentlige hvilede på de natur- og teknisk-videnskabelige grundfag (fysik, kemi, metallurgi etc.), til en struktur, der er tilpasset de teknologiske perspektiver for Risøs forskning.

Reorganiseringen er en videreførelse af de senere års udvikling i retning af at give Risø en klarere profil og koncentrere indsatsen om de områder, hvor Risøs forskning er internationalt konkurrencedygtig, og hvor der set med samfundets øjne er et særligt behov for forskning.

Resultatet er blevet otte nye forskningsafdelinger, hvis indsats i de kommende år især vil være rettet mod forskning og udvikling inden for:



- forbrændingsteknologi
- vindmøllekonstruktioner
- brændselsceller
- energi- og miljøplanlægning
- industriel sikkerhed og driftspålidelighed
- forureningsproblemer som følge af energi-, industri- og planteproduktion
- nukleare sikkerheds- og beredskabsforhold
- nye materialer: atomare egenskaber og struktur
- nye materialer: teknisk keramik, metalpulvere, plast- og metalkompositter
- nye målemetoder og -instrumenter baseret på optisk signalbehandling.

I denne virksomhed indgår som vist under omtalen af de enkelte afdelinger en lang række forskningsteamaer, som repræsenterer forskellige indfaldsvinkler til de tre forskningsområder der – med energiforskning som udgangspunkt – tilsammen udgør Risøs arbejdsområde, nemlig F&U i energi, miljø og materialer.

De tre forskningsområder forfølger dels hver sine mål, og dels udgør de et sammenhængende hele. Hver sine mål fordi de udspringer af forskellige problemstillinger. Sammenhængende fordi energi- og miljøproblemer i en vis udstrækning er to sider af samme sag, og fordi en løsning på disse problemer ofte vil afhænge af mulighederne for at udvikle nye materialer og dermed ny teknologi.

Det er strategisk forskning, der går hånd i hånd med grundforskning på den ene side og udviklingsvirksomhed og anvendt forskning på den anden. Det sker i et vidt forgrenet samarbejde med andre – både danske og udenlandske – forskningsinstitutioner, myndigheder, organisationer og industrivirksomheder, som således er med til at præge Risøs forskning.

Dette samarbejde følger dels af den internationale tradition for udveksling af videnskabelige resultater forskere imellem, dels af Risøs forpligtelse til at rådgive og bistå offentlige myndigheder og Risøs frie adgang til at påtage sig løsninger af F&U-opgaver for private rekvirenter.



På den måde – og gennem Risøs omfattende deltagelse i danske og internationale forskningsprogrammer, der oftest forudsætter private virksomheders medvirken – er der skabt en gensidigt inspirerende forbindelse mellem offentligt og industrielt finansieret forskning, mellem videnorienteret og markedsorienteret forskning.

Risø har i 1990 taget initiativ til forskellige former for samarbejde, der kan bidrage til en bedre udnyttelse af danske forskningsressourcer og styrke Danmark i den internationale konkurrence, ikke mindst inden for EF's forskningsprogrammer.

Der er således indledt forhandlinger med Dansk Teknologisk Institut og med Institutrådet om et strategisk samarbejde, der kan styrke forbindelserne til erhvervslivet på de områder, hvor disse institutioners forskning og Risøs forskning supplerer hinanden.

Derudover er der gennem MODECS, RIMI og DCAR etableret nogle rammer, der kan styrke dansk offentlig og privat forskning inden for molekylærkemi, miljøkemi, økologi og atmosfæreforskning.

MODECS (Molecular Design of Chemical Systems) har indledt sin virksomhed. Det er et såkaldt F&U-forum, hvori man med deltagelse af sytten private virksomheder og institutioner beskæftiger sig med syntetisk fremstilling af molekyler og molekylgrupper med bestemte egenskaber eller funktioner.

RIMI (Risøs Integrerede Miljøprojekt) er iværksat for at samle og intensivere dansk forskning i kvælstofkredsløbet fra atmosfære til jord og grund- og overfladevand.

DCAR (Danish Center for Atmospheric Research) er rammen om en tilsvarende forskning men med et videre sigte, idet man her ikke blot beskæftiger sig med kvælstof men med alle de stoffer, der forekommer i atmosfæren og deres

indvirkning på jord, vand, luft, klima og levende organismer.

Risø har i årets løb næsten færdigforhandlet en aftale med EF, hvorefter en del af neutronspretningskapaciteten ved Risøs forskningsreaktor, DR3, fra og med 1992 stilles til rådighed for brugere fra andre europæiske laboratorier som led i EF's særlige program for store forsøgsfaciliteter.



hed får udstrakt frihed til at disponere over sin andel af Risøs finanslovbevilling og provenuet af sin egen indtægtsdækkede virksomhed. Med denne frihed følger et selvstændigt ansvar for at nå de videnskabelige og økonomiske mål, som danner udgangspunkt for fordelingen af finanslovmidlerne, og hvis opfyldelse vil være bestemmende for den fremtidige prioritering af den enkelte afdelings eller enheds virksomhed.

På den måde vil Risø søge at befæste den strategiske grundforskningens kvalitet på den ene side og dens teknologiske og samfundsmæssige relevans på den anden.

For at tilrettelægge Risøs udvikling i et længere perspektiv, er der udarbejdet en plan for Risøs virksomhed i de kommende tre år. Væsentlige elementer i treårsplanen er at beskæftigelsen planlægges fastholdt efter de i 1990 besluttede personalereduktioner. Der planlægges investeringer på i alt 91 mill. kr. over de næste tre år til unikke forskningsfaciliteter, samling af Risøs nye afdelinger og udvikling af infrastrukturen. Med treårsplanen er der skabt basis for en udvikling med gode muligheder for nye videnskabelige fremskridt og vækst i den indtægtsdækkede virksomhed op igennem 1990'erne.

Endelig er Afdelingen for Systemanalyse pr. 1. oktober 1990 blevet vært for et internationalt energi- og miljøcenter, UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment, der er oprettet i samarbejde mellem FN's miljøprogram (UNEP) og Danida.

Der er med virkning fra 1991 indført en vidtgående mål- og rammeledning af samtlige afdelinger, således at den enkelte afdeling eller en-





Energi:

# Fremtidens effektive og miljøvenlige energi- systemer

*Energi er det største forskningsområde på Risø. Forskningen vedrører fremstilling og omsætning af energi på måder, der nedsætter miljøbelastningen mest muligt.*



# Forbrændings- teknologi

**Viden om flammers fysik og kemi skal mindske drivhuseffekt og forurening.** Vor viden om de fysiske og kemiske processer i en flamme øges i takt med udviklingen af avancerede målemetoder. Den ny viden giver mulighed for bedre styring af forbrændingen, og målet er mindre forurening og mere effektiv udnyttelse af brændstofferne – og dermed mindre bidrag til drivhuseffekten. Reaktionerne i flammen foregår meget hurtigt. Målemetoderne skal derfor være ekstremt hurtige og de må helst ikke gribe ind i – og dermed ændre – forbrændingsprocessen og målresultatet. På Risø benyttes en række avancerede målemetoder, der kan imødekomme disse krav. Det er lasermålinger, massespektrometri og molecular beam teknik. Med lasere kan man f.eks. måle temperatur og hastigheder af røggasser og partikler uden at gribe forstyrrende ind i forbrændingsprocessen. Ved hjælp af massespektrometri og molecular beam teknik kan de forskellige kemiske forbindelser adskilles og identificeres på forskellene i deres vægt og elektriske ladning. Ved gennem et rør at lede noget af flammen ud af forbrændingskammeret, kan man med disse teknikker identificere de enkelte kemiske mellemprodukter i flammen.

**Mindre udslip af kvælstofoxider.** Kvælstofoxider ( $\text{NO}_x$ ) medvirker til forurening af miljøet. Et vigtigt mål for forbrændingsforskningen er derfor at mindske dannelsen af kvælstofoxider under forbrændingen. Kemien bag dannelse og nedbrydning af  $\text{NO}_x$  i flammen er i fokus som led i disse bestræbelser. Det er i 1990 lykkedes Risø forskere at påvise eksistensen af et af nøgle-mellemprodukterne i de processer, der fører til nedbrydning af  $\text{NO}_x$ , nemlig nitrosoamin. Studiet af nitrosoamin er gennemført ved hjælp af bl.a. avancerede beam eksperimenter og molekylær fysik. Det er udført i samarbejde med internationale laboratorier.

**Forbrændingskontrol og soddannelse.** En ny teknik udviklet på Risø synes særdeles lovende til forbrændingskontrol, f.eks. i forbindelse med soddannelse. I teknikken udnyttes Risøs molecular-beam faciliteter til direkte studier af positive ioner i flammer.

**Kulpyrolyse – kullets vej fra fast form til flamme.** Når kul skal forbrændes, starter processen med en pyrolyse: Ved opvarmning frigiver kullene brændbare gasser – kulbrinter, der så antændes og brændes. Derpå iltes koksrestens overflade og udbrænder. Forbrændingsforskningen på Risø omfatter studier af kulpartiklernes nedbrydning og forbrænding. Denne forskning sker ved hjælp af lasermålin-

► *Termo gravimetrisk analyse (TGA) benyttes til analyse af brændsels pyrolyse- og forbrændingsegenskaber ved høje temperaturer.*

ger kombineret med isotop teknik. Sideløbende hermed har forskerne studeret hvor hurtigt dannelsen af de brændbare gasser forløber. Ved opvarmning af kullene på under en tusindedel af et sekund, kan man få et bedre indblik i processerne i pyrolysen. Der er på Risø sat forsøg igang med denne såkaldte »Flash pyrolyse af kul«. Denne forskning skal indgå i et nyt fælleseuropæisk initiativ i gruppen »Analysis and Simulation of Processes and Reactivity of Organic Matter« (ASPROM) med deltagelse fra Frankrig, Belgien, Spanien og Italien.

**Miljøvenlig forbrænding af kulstøv.** I kraftværkerne har man i de senere årtier hovedsagelig brugt kulstøvsforbrænding, hvor de fint formalede kul blæses ind i kedlen. Kulstøvsforbrænding er en fleksibel og billig metode til fremstilling af elektricitet. Men forbrændingen forurener, hvis den ikke kontrolleres nøje. På Risø skal en nyombygget kulstøvsfyrte forsøgskedel give viden til at forbedre de kulstøvsfyrte anlæg. Målet er at forhøje virkningsgraden og nedsætte udslippet af forurenende stoffer. I kedlen udføres forsøg med kulstøvsfyring, og målingerne foretages bl.a. med laserudstyr. Formålet er at udvikle edb-modeller, der kan anvendes ved design af kedler og kedelkomponenter. Samtidigt udføres der undersøgelser af emissionen af skadelige stoffer fra forskellige flammetyper.



**Forbrændingsprocessen fra indfyring til aske.** En af mulighederne for at opnå en renere og mere effektiv forbrænding er at lade den foregå ved højt tryk. For at skaffe viden om dette, er der iværksat opbygning af et tryksat højtemperatur forbrændings/forgasningslaboratorium på Risø. Centralt i dette anlæg er et udstyr, der kan registrere en prøves vægtændring som funktion af temperaturen. Med dette såkaldte termogravimetriske udstyr kan man følge hvert enkelt trin i forbrændingen fra indfyring og indtil der kun er aske tilbage. Brændslerne kan varieres, f.eks. kul, koks, biomasse, og »affald«. Prøvemængder, størrelsesforhold, tid og temperaturer samt forbrændingsluftens sammensætning kan ligeledes varieres i dette udstyr.

**Nyt forbrændingsprincip afprøves hos Midtkraft.** Dansk kedelindustri og Risø har sammen igenem en række år udviklet fluid-bed anlæg. I disse anlæg forbrændes materialet, mens det holdes svævende i en luftstrøm. Fordelen er højere virkningsgrad og mindre forurening. Der er nu opført et 20 MW cirkulerende fluid-bed anlæg på Midtkrafts værk i Århus. Det er et demonstrations- og forsøgsanlæg, der er opført i et samarbejde mellem I/S Midtkraft, Aalborg Ciser International og Risø. Risø er ansvarlig for test-instrumenteringen og målesystemet, der skal følge anlæggets formåen i den kommende tid. Anlægget bruger en brændselsblanding bestående af kul og halm med op til 80% halm-energiandel.



# Vindmølle-konstruktioner

## VINDEN

**Masser af energi at hente i verdens vinde.** Forskerne i Risø's Meteorologisektion udarbejder metoder til kortlægning af vindressourcer, så vindenergien kan udnyttes bedst muligt verden over. Dette arbejde består i en kombination af meteorologiske målinger og udvikling af edb-modeller til beregning af vindmøllers placering og energiproduktion. Edb-modellerne er blevet videreudviklet og raffineret, så man kan vurdere muligheden for at udnytte vindenergi i forskellige terræntyper. Dette arbejde dækker efterhånden hele verden. I 1990 har der været stor interesse i Østeuropa og Sovjetunionen, og interessen i udviklingslande ligger stadig på et højt niveau.

Det Europæiske Vindatlas viser fordelingen af vindressourcerne i EF-landene. Atlasset er på 656 sider og en medfølgende diskette indeholder data, der kan benyttes til at beregne en vindmøllers energiproduktion et vilkårligt sted i Europa. Vindatlasset kan nu fås på engelsk, italiensk, spansk og tysk, og snart også på fransk.

Arbejdet med at bestemme vindressourcer har i 1990 ført til, at der inden for EF-Joule programmet er blevet indgået en kontrakt om beskrivelse af vindens strømninger i bjergigt terræn. Risø er koordinator for et større projekt med samarbejdspartnere fra 9 europæiske lande.

Endelig bør inden for dette emneområde nævnes arbejdet med edb-modeller, der kan beskrive vindforholdene i stærkt komplekse overfladeformer, som f.eks. bjerge. Inden for denne emnekreds er et stort flerårigt projekt med STVF netop afsluttet.

**Vind og temperatur ved kæmpe-teleskop i Chile.** Risø har afsluttet første fase i et arbejde med at beskrive vind- og temperaturforholdene ved the Very Large Telescope, som European Southern Observatory (ESO) vil bygge på et bjerg i Chile.

## VINDMØLLERNE

**Længere levetid for vindmøller.** En vindmølle udsættes for meget store belastninger, når den er i drift. Påvirkningerne af møllevinger er anderledes og på en måde mere komplicerede end belastningerne af flyvinger. Belastningerne



◀ Prøvestationen for Vindmøller. Rækken af møller er til afprøvning på Risø.

og vibrationerne forplanter sig til hele konstruktionen, og det skal der tages hensyn til, når møllen skal designes. Risø har i 1990 gennemført et teoretisk arbejde og eksperimentel eftervisning af metoder, der afpasser vindmøllens dynamiske egenskaber, så belastningerne på møllekonstruktionen bliver så små som mulige. Arbejdet har vist, at de belastninger, som afgør levetiden for de bærende dele i maskinkabine og tårn, kan formindskes med op til 50%.

I 1990 er der gennemført et større felteksperiment med måling af vindpåvirkninger og belastninger på danske Danwin vindmøller i USA. Målet har været at få mere viden om påvirkningerne på mange tætplacerede vindmøller i komplekst terræn som f.eks. bjerge.

**Hvor mange vinger skal en vindmølle have?** I de sidste 10 år har den teknologiske udvikling af vindmøller været koncentreret om tre-bladede vindmøller. Men det er langt fra givet, at tre blade er det bedste til en vindmølle. Derfor undersøger forskere på Risø også andre koncepter. Således er der udviklet en edb-model for vindens påvirkning af møllevingerne på en to-bladet vindmølle med vippenavn. Der kan være penge at spare på denne mølletype, fordi to vinger er billigere end tre, og fordi vippenavn, der tillader vingerne at vippe



lidt i forhold til akslen, bevirker at belastningen på møllen derved mindskes. Modellen kan blandt andet beskrive, hvordan møllen vil dreje sig efter vinden. Dette er et væsentligt men kritisk forhold for sådanne møller. Det er dog endnu ikke afklaret, om det nye koncept kan forbedre økonomien i konstruktion af vindmøller.

**Mindre materialeforbrug betyder billigere vindenergi.** Bedre og mere præcise beregningsmetoder for vindmøllekonstruktioner gør det muligt at nedsætte materialeforbruget og dermed energiprisen. Til det formål er der udviklet et PC-program til beregning af belastningerne på vindmøllerotorer. Første udgave af dette program blev væsentligst finansieret af EF og blev afleveret i begyndelsen af 1990. Arbejdet er blevet udvidet til også at kunne regne på en komplet møllekonstruktion. De forbedrede beregningsmetoder følges af prøvning af materialer (fiberkompositmaterialer), blandt andet i et Joule-program.

**Vindmøller i parker belaster hinanden.** Målinger på en vindmøllepark i Tændpibe i Vestjylland har vist, at de kaotiske luftstrømninger – turbulensen – inde i en sådan park er meget kraftigere end udenfor. Den forøgede variation i vindhastigheden giver større belastninger på møllerne. Der er i 1990



sat to sæt forsøg i gang som skal afklare dette, og der er indledt EF-finansierede målinger på en nybygget vindmøllepark i Nørrekær Enge ved Limfjorden.

**Aerodynamik.** En væsentlig del af beregningerne på en vindmølle er beskrivelsen af strømmingen gennem rotoren. Her er der udviklet numeriske modeller som foruden påvirkningen på rotoren også beregner »kølvandet« bag møllen.

▲ Mange tætplacerede vindmøller påvirker hinanden. Målinger i Tændpibe vindmøllepark skal afklare de ekstra belastningers betydning.

◀ Dansk vindkraftteknologi eksporteres til hele verden. Risø yder f.eks. teknisk bistand ved opførelsen af en 3,5 MW forsøgsvindmøllepark i Ægypten.

## ENERGI-SYSTEMER MED VINDENERGI

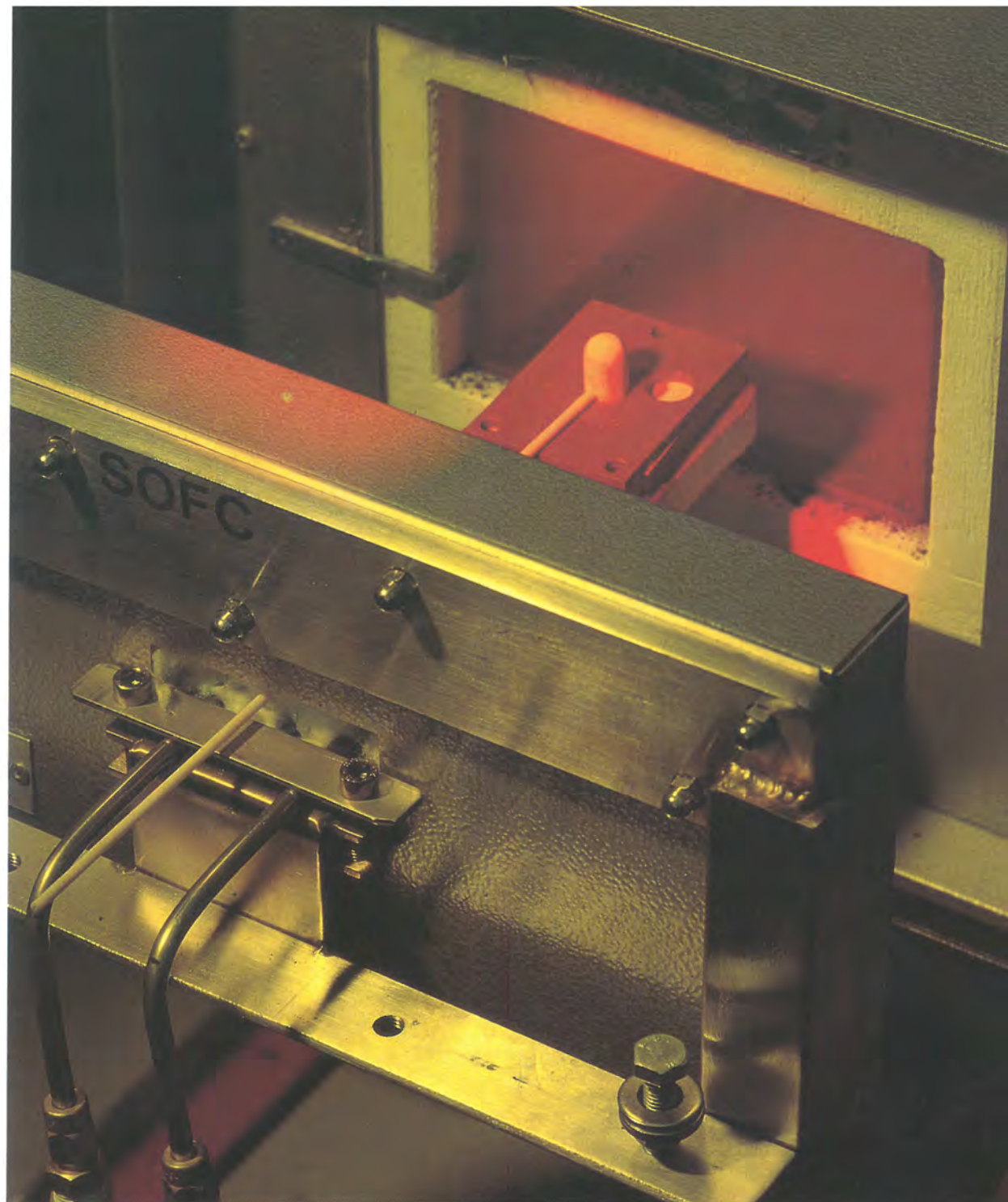
**Mølleprojekter skal være økonomisk bæredygtige.** Erfaringen har vist, at der er et stort behov for analytiske metoder for vurdering og design af energisystemer, der er baseret på en stor andel af vindenergi. Derfor er der påbegyndt arbejde med vurdering af møllernes effektbidrag til det samlede system. Denne såkaldte kapacitetsværdi er vigtig, når man skal vurdere mølleprojekternes økonomi.

**Dansk vindkraftteknologi i alle dele af verden.** 1989 og 1990 har været karakteriseret ved afslutningen af to pilotprojekter, som har løbet i flere år: I Somalia har uroligheder ført til standsning af det i øvrigt lovende projekt. På de Kap Verdiske Øer er et investeringsprojekt med Risøs medvirken blevet planlagt. Risø forskere har deltaget i et Danida-finansieret projekt om brug af vindenergi i Ægypten. Det første studie har ført til, at der nu med bistand fra Risø er igangsat et projekt for teknologioverførsel fra Danmark til Ægypten: det omfatter opbygning af en prøvestation for vindmøller, opbygning af ekspertise i vindenergi i Ægypten samt plan-

lægning af en forsøgsvindmøllepark ved Rødehavskysten med test- og målefaciliteter. Som led i projektet er også igangsat planlægningsarbejder for udnyttelse af vindenergi potentialet. Afdelingen for Systemanalyse bistår med denne planlægning. I slutningen af 1990 er en Risø-medarbejder – foreløbig for ét år – udstationeret som rådgiver for energiplanlægningen på Kap Verde øerne.

**Uafhængig energiforsyning i øde egne.** Vind/diesel anlæg giver mulighed for energiforsyning i svært tilgængelige områder. Systemet består af en vindmølle og en dieselgenerator, der arbejder sammen ved hjælp af computerstyring. Er der vind nok, leverer vindmøllen strøm, og i stille vejr tager dieselgeneratoren over. I 1990 har arbejdet inden for vind/diesel anlæg nået en milepæl. Det drejer sig om arbejdet med at undersøge og muliggøre en stor andel af vindkraft i kombinerede energisystemer, typisk med en eller flere dieselgeneratorer. Vind/diesel arbejdet, som hidtil har været finansieret af Nordisk Ministerråd og det danske EFP-program, har ved udgangen af 1990 afsluttet den fase i den teknologiske udvikling, hvor konceptet er demonstreret og etableret på et brugbart niveau.





## Brændsels-celler

◀ En fastoxid brændselscelle består af en 0.15 mm elektrolytplate af zirconium-yttrium-oxid, forsynet med keramiske elektroder på begge sider. Den afprøves i en ovn ved 1000°C, ved tilledning af brint og luft til elektroderne.

**2000 tallets vigtigste energiteknologi opdaget i 1839.** Brændselsceller kan levere elenergi med langt højere virkningsgrad end alle andre kendte teknologier. Samtidig forurener brændselscellen ikke, og bidraget til drivhuseffekten er mindre for samme mængde produceret el. Brændselscellens princip er en gammel opdagelse. Allerede i 1839 beskrev englænderen William Grove, hvordan en opstilling til elektrolyseforsøg kunne give strøm.

**Virker som et batteri.** I princippet virker en brændselscelle som et batteri, med brændstof i minus-elektroden og ilt/luft i plus-elektroden. Men hvor elektroderne i et almindeligt batteri »bruges op«, kan brændselscellen kontinuerligt tilføres ilt og brændstof, og samtidig fjernes reaktionsprodukterne, så cellen kan køre år ud og år ind. Først efter anden verdenskrig fik man celler, der kunne bruges i praksis. Gennembruddet skete i rumfartsindustrien i USA, hvor man havde brug for en simpel, pålidelig energikilde til rumfartøjer.

**Fastoxid cellen er bygget helt af keramik.** Fastoxid cellen, som Risø er ved at udvikle i samarbejde med andre firmaer og laboratorier, arbejder ved 1000 grader og består helt igennem af keramiske materialer. Dermed regner man med færre materialeproblemer, som igen vil give en længere levetid. Cellen kan omsætte naturgas eller kulgas og

de nye materialer giver mulighed for direkte omsætning af naturgas, uden forudgående omdannelse (reformering) af gassen.

**Moduler der kan tilpasses ethvert behov.** Fastoxid cellen består af små moduler, der kan sammenbygges til at dække næsten ethvert behov. Et mindre antal moduler kan forsyne et parcelhus med varme og strøm. Et større antal moduler kan tilsvarende forsyne en beboelsesejendom eller en virksomhed. Eller antallet af moduler kan tilpasses til behovene i et kraft-varmeverk. Forudsætningen er adgang til en naturgasledning.

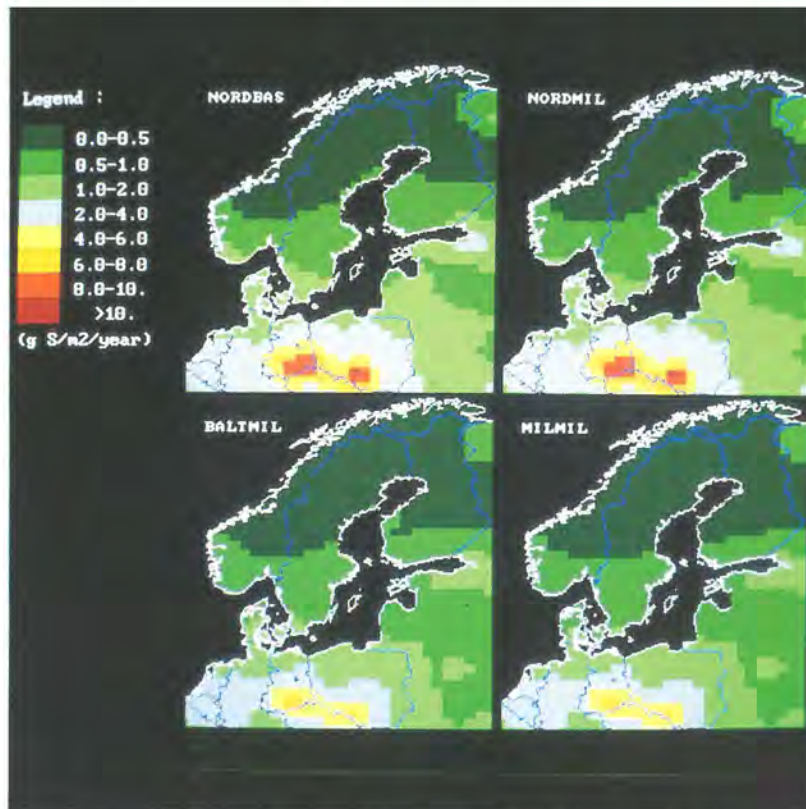
**Materialeudvikling på Risø.** Afdelingen for Materialeforskning på Risø yder et væsentligt bidrag til denne forskning gennem et projekt finansieret af EFP, ELKRAFT og ELSAM. Der arbejdes med design, materiale- og procesudvikling til brug ved fremstilling af mindre moduler af fast-oxid brændselsceller. Programmet er foreløbigt planlagt for perioden 1990-1992 med et udgiftsbeløb på i alt 45 mil. kr., hvis finansiering falder på plads i 1990. Projektledelsen varetages af Afdelingen for Materialeforskning. Projektdeltagerne er: Haldor Topsøe A/S, ERL A/S, Kemisk Institut (Odense Universitet) og Fysisk Kemisk Institut, Fysisk Laboratorium 3 og Kemisk Laboratorium A (DTH).



# Energi- og miljø-planlægning

**Fremtidens energisystemer kræver nøje planlægning.** Hensynet til miljøet spiller en stadig vigtigere rolle i planlægningen af fremtidens energiforsyning. Risø arbejder med at påvise fremtidens muligheder for en energiforsyning, der tager hensyn til både råstoffer, miljø og økonomi. Arbejdet tager udgangspunkt i de stadig mere komplicerede energisystemer og de dermed forbundne miljøproblemer. Men det er ikke kun spørgsmål om at skaffe energiråstofferne og løse miljøproblemerne. F.eks. giver usikkerheden om energipriserne behov for at energisystemerne er fleksible, så der er mulighed for at vælge den sammensætning af brændsler og energikilder, der giver den billigste og mest miljøvenlige energiforsyning. Derfor er der et stort behov for udvikling af nye metoder og planlægningsmodeller, der kan belyse energi- og miljøforhold og vurdere mulighederne for indpasning af nye energi- og miljøteknologier i det samlede energisystem.

Miljøaspekterne af energiproduktionen har fået større vægt og der planlægges nu med et faldende energiforbrug. Det stiller store krav til den grundlæggende teoretiske udvikling. Risøs afdeling for Systemanalyse har derfor iværksat forskning, hvis mål er at udvikle edb-modeller, hvor både energi,



økonomi og miljø indgår. Et vigtigt element heri er, at Brundtland-rapportens tanker om »bæredygtige udviklingskriterier« indarbejdes i modellerne.

**Energi 2000 – en plan for et bæredygtigt energisystem.** I 1990 har Risø været med til at udarbejde regeringens plan »Energi 2000«. Hertil har Risø forskere udviklet en ny PC-model, der beregner konsekvenserne af at indrette samfundets samlede energisystem på en række forskellige måder. Risøs analyser viser, at det kan lade sig gøre at nedsætte Danmarks udslip af kuldioxid, uden at det bliver dyrere for samfundet.

**Gode muligheder for at begrænse kuldioxid udslip i EF.** Gennem en længere årrække har Risø deltaget i modeludviklingen i forbindelse med EF's forskningsprogram JOULE. I 1990 har Risø forskere deltaget i beregninger, der skulle vise mulighederne for at nedsætte kuldioxid udslippet i EF-landene. Resultaterne viser, at man uden større vanskeligheder kan nedsætte dette udslip med 30% i år 2005. Midlerne er at spare på energien, bruge mere vedvarende energi og bygge moderne kraftværker. Endelig skal gasfyring udnyttes mere for at nå dette mål. Skal kuldioxidudslippet nedsættes med mere end 30%, kræver det mere drastiske omlægninger i energisystemerne.

◀ *Beregnete depositioner af svovl i Norden og Det Baltiske område i år 2000 ifølge 4 scenarier. Nordbas viser en nogenlunde uændret udvikling i forhold til i dag. I Nordmil sættes de Nordiske lande på kraftig mindske af svovldioxid emissionerne, mens situationen er uændret i De Baltiske Lande. I Baltmil gøres der en stor indsats for reduceret svovldioxid*

*emission i De Baltiske Lande, mens situationen er uændret i De Nordiske Lande. Sidst, i Milmil sættes der ind med emissionsreduktioner samtidig i de Nordiske og Baltiske lande. Kortene viser tydeligt, at svovldioxid depositionerne først falder virkelig mærkbart, når der sættes ind over for de meget store udslip i De Baltiske Lande.*

**Brundtland inspireret energi og miljøplanlægning i Norden.** Miljøproblemerne ved produktionen af energi har fået Nordisk Ministerråd til at iværksætte en række analyser. De skal vise, hvordan kriterier for en bæredygtig udvikling, inspireret af Brundtland-rapporten, kan omsættes til relevante mål for energi- og miljøplanlægning i de nordiske lande. Risø har deltaget i arbejde med studier af modeller og metoder til at sammenkoble energi- og miljøplanlægning i de nordiske lande. Inden for elsektoren har Risø foretaget en undersøgelse af forholdet mellem investeringer til udbygning af el-sektoren og besparelser hos brugerne.

**De Baltiske lande: Vilje til miljøforbedringer men ikke penge.** En Risø-analyse af miljøsituationen i de Baltiske lande viser, at energisystemerne i disse lande er uden rensesystemer, og de er nedslidte og forældede. Selv en radiatortermostat er ikke til at opdrive. En af følgerne er stor forurening – også ind over de skandinaviske lande – og dårlig udnyttelse af energien. Risø forskerne mødte stor vilje til at indføre moderne vestlig energiteknologi, men der mangler midler. Projektet er betalt af Nordisk Ministerråd.

**Bæredygtige energisystemer til udviklingslandene.** UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment blev etableret som en ny enhed i Afdelingen for Systemanalyse. Centret er etableret i samarbejde med FN's miljøprogram UNEP og Danida. Centret skal bidrage til, at hensynet til miljøet indgår som en integreret del af energipolitik og energiplanlægning, specielt i udviklingslandene. Desuden skal centret være med til at fremme miljøvenlig produktion og forbrug af energi. Metoder til at nedsætte udslippet af drivhusgasser vil være et hovedområde for centrets arbejde.

Centret skal deltage i nationale planlægningsstudier sammen med forskningsinstitutioner i nogle af de større udviklingslande, og det skal formidle data, planlægningsmodeller og -metoder m.m. til udviklingslandenes energiplanlægnings- og forskningsinstitutioner. Endelig skal centret deltage i trænings- og uddannelsesprogrammer og modtage gæsteforskere fra udviklingslandene.





Miljø:

# Et tekno- logisk samfund på miljøets betingelser

*Risøs miljøforskning søger  
at forebygge de miljøpåvirk-  
ninger, der skyldes energi-,  
industri- og planteproduk-  
tion samt trafik.*



# Forurenings- problemer

## HAVET

**Iltsvindet i de danske have.** I Miljøstyrelsens Havforskningsprogram undersøger Risø årsagerne til iltsvindet i de indre danske farvande. Det sker i samarbejde med Danmarks Meteorologiske Institut og Danmarks Miljøundersøgelsesafdeling for forureningskilder og luftforurening. Iltsvindet forårsages af omsætningen af organisk stof i vandet, en proces som forbruger ilt. Mængden af organisk stof – og dermed iltforbruget – stiger, jo flere næringsstoffer vandet tilføres. Her kan de store kvælstofudslip fra trafik, kraftværker og industri give et væsentligt bidrag, fordi de via atmosfæren kan ende i vandet. Risø forskere undersøger, hvordan næringsstoffer gennem luften transporteres til havet. Flere af disse projekter indgår i både EF-projekter og projekter inden for EURO-TRAC-programmet, hvor Risø på europæisk plan koordinerer arbejdet vedrørende hav-luft transport.

**Mindre blæst end i gamle dage.** Sammen med Danmarks Meteorologiske Institut undersøger Risø, hvordan klimaet påvirker vandudskiftningen og opblandingen i de indre danske farvande. Som led i Miljøstyrelsens Havforskningsprogram har man undersøgt vejrfor-

holdene helt tilbage til 1860 for at se, om klimaet har ændret sig. Det er bl.a. sket ved at gennemgå de mange tusinde datablade, datidens fyrmestre udfyldte hver dag året rundt over hele Danmark. Undersøgelsen har vist, at kraftigt blæsevejr er blevet sjældnere i dag end for 130 år siden.

**Havstrømme spreder forurening fra verdensdel til verdensdel.** Kemikalier og radioaktive stoffer, der ledes ud i havet, føres rundt med havstrømmene og kan skabe problemer selv i meget stor afstand fra forureningskilden. Kortlægning af havstrømme har derfor stor betydning og kan desuden give en bedre forståelse af, hvordan udvekslingen af vandmasser mellem verdenshavene indvirker på klimaet.

► *Regnbueørreden bliver tilpasset den rette temperatur og saltholdighed før forsøg i laboratoriet.*

*En blodprøve skal vise fiskens saltindhold (det lille foto).*





▼ Eksperimentel opstilling til måling af reaktionshastigheder i gasfase: En 1-liter rustfri stålcelle for enden af en feltemissions accelerator, samt en xenonlampe som giver analyselyset.

Risø deltog i 1990 i det internationale Greenland Sea Project's togter til Grønlandshavet og Danmarksstrædet. Resultater fra disse togter, opnået ved at følge radioaktive sporstoffer, anvendes som et meget væsentligt supplement til de traditionelle oceanografiske målinger, som omfatter bestemmelser af havvandets saltholdighed, temperatur og vægtfylde.

I 1990 og de næste tre år koordinerer Risø et EF-projekt, hvor radioaktive sporstoffer benyttes til at kortlægge transport og fortynding af kystvand fra Den Engelske Kanal via Tyske Bugt til de indre danske farvande og Østersøen.

**Miljøovervågning ved hjælp af fisk.** Hvor meget forurening kan et vandmiljø bære? En vigtig indikator for dette er forureningens indflydelse på livet i vandmiljøet. For at finde mål for dette, er der i 1990 etableret laboratoriefaciliteter til at undersøge forskellige stoffers giftvirkning over for regnbueørreder og blankål. I disse forsøg udsættes fiskene for ikke-dødelige, men giftige koncentrationer af metaller, og de første forsøg med kobber er gennemført.



## LUFTEN

**Miljøvenlige CFC'ere.** CFC'ere anvendes bl.a. som drivmiddel i spraydåser og hvert år fremstilles ca. 1 million ton, hvoraf en stor del ender i stratosfæren. Her spaltes CFC'erne af solens ultraviolette lys, og restprodukterne nedbryder ozonlaget. Alternativet til anvendelsen af CFC-gasser er at bruge en ny type forbindelser, HCFC, som nedbrydes hurtigere i den nederste del af atmosfæren, hvorefter nedbrydningsprodukterne falder til jorden sammen med regnvandet, og skadevirkningen på ozonlaget undgås.

Som led i Miljøstyrelsens CFC-forskningsprogram har forskere på Risø undersøgt levetiden i atmosfæren for nogle udvalgte HCFC forbindelser. I laboratoriet bestråler man en kunstig forurenat atmosfære med elektroner fra en accelerator i en milliardtedel af et sekund. Efter bestrålingen kan man undersøge de dannede molekylers evne til at reagere med hinanden eller med andre stoffer. Med denne metode kan producenter, forbrugere og myndigheder få alternativer til CFC undersøgt for skadevirkning på ozonlaget.

**Uheld med giftige gasser.** Når giftskyer slipper ud ved ulykker, er det afgørende, at man så hurtigt som muligt kan regne ud, hvor skyen driver hen og hvor hurtigt den spredes. Med denne viden kan man nå at tage stilling til bekæmpelse og eventuel evakuering af befolkningen. Til det formål har Meteorologisektionen og Afdelingen for Systemanalyse udviklet edb-modeller, der kan beregne og vise, hvad der sker med udslippet. Denne form for on-line modellering og måling af atmosfærisk spredning i forbindelse med ulykkesberedskab har i 1990 fået fornyet og ekstra støtte bl.a. inden for et EF-program om nuklear sikkerhed. Disse modeller bruges sammen med et nyudviklet laser-udstyr, der meget nøjagtigt kan følge røgfanerne fra giftskyen. Dette udstyr er i 1990 brugt til flere større europæiske eksperimenter, og det er reserveret langt ind i 1992 til lignende programmer.

**Biltrafik giver mere forurening end flytrafik.** Biler, fly og fyringsanlæg udsender forurening i form af PAH. Det er en gruppe kemiske forbindelser opbygget af sammen-smeltede benzenringe og flere af dem er kræftfremkaldende. Nogle PAH udsendes i særlig grad fra bil- og flytrafik, mens andre PAH udsendes fra fyringsanlæg. Et projekt for Københavns Lufthavn viste, at



flytrafikken ikke forurener så meget som biltrafikken. Der er større PAH forurening i det indre København end ved Kastrup.

**Meteorologisk viden hjælper i bekæmpelsen af ørkengræshopper og svinesyge.** Den meteorologiske viden på Risø har vist sig værdifuld til bekæmpelse af invasioner af ørkengræshopper og spredning af Aujeszky's syge. Både græshopper og virus vil sprede sig i forhold til luftens bevægelser og strømninger. Derfor kan meteorologiske målinger og beregninger fortælle, hvor der vil være risiko for nye angreb. Det giver tid til at planlægge en effektiv bekæmpelse. Danske udbrud af svinesyge skal nu bekæmpes bl.a. via en høj mast i Sønderjylland, der samler meteorologiske informationer, så spredningen af smitte gennem luften løbende kan beregnes – under hensyn til det aktuelle vejr.

**Storebæltsbroen i blæsevejr.** Som led i arbejdet med at bygge Storebæltsbroen har Risø forskere undersøgt vindklimaet i Storebælt. Det var vigtigt at få at vide, hvor store påvirkninger højbroen kan blive udsat for på grund af blæst og storm. Resultaterne var interessante og tildels uventede. Både i Storebælt og dermed i andre danske farvande viser målingerne, at vindbelastningskravene til konstruktioner har kunnet reduceres noget.

**Forskermøder om meteorologi.** Meteorologisektionen har i 1990 været aktiv i forbindelse med flere store internationale konferencer, specielt kan nævnes American Meteorological Society's konference i Roskilde om grænselagsmeteorologi (vejret i de nederste 2000 meter af atmosfæren), European Geophysical Society's møde i Bellacentret, European Community's Energy Conference i Madrid og et af EF arrangeret møde om klimatologi på Risø samt flere mindre møder.

## JORDEN

**Kemisk edb-program forudsiger miljøproblemer.** »JENSEN« er et nyt edb-program, der kan forudsige miljøproblemer på f.eks. lossepladser. Programmet, der er udviklet på Risø, kan vurdere de kemiske omsætninger mellem affaldsstoffet og omgivelserne. F.eks. har programmet beregnet, at asbest nedbrydes af sur regn og særlig hurtigt, hvis der også findes gammelt jern på lossepladsen. Programmet er et universelt geokemisk beregningsprogram, og i øjeblikket benyttes det til at finde en løsning på problemerne forårsaget af sur regn. Det er således ikke syre, der skader dyre- og planteliv, men dens indvirkning på andre stoffer kan føre til dannelse af skadelige forbindelser. F.eks. kan syren op-

løse aluminium fra bundlagene, og de resulterende aluminiumforbindelser kan dræbe fiskelivet. Med »JENSEN« forsøger Risø forskere at finde en løsning, der kan forhindre opløsningen af aluminium. Langt størstedelen af det geokemiske arbejde med »JENSEN« er blevet finansieret med programforskningsmidler fra EF's nukleare forskningsprogram. Kemisektionen arbejder videre på andre mere generelle studier af kemiske mekanismer og processer, som har betydning for spredning af forurenende stoffer i miljøet.

**Sand og ral uden at ødelægge miljøet.** Danmark er fattigt på råstoffer, men vi udnytter en række råstoffer i jorden og søterritoriet ved grusgravning, ralgravning og lignende. Mange gange giver denne udnyttelse af råstoffer store ændringer i miljøet. Derfor har Kemisektionen på Risø i årets løb indledt et samarbejde med RUC (Institut for Miljø, Teknik og Samfund), CAT og dansk industri om projekter til miljøvenlig indvinding af sand og ral fra dansk søterritorium.

## PLANTERNE

**Genforskning viser vej til miljøvenligt landbrug.** Planter med nye arvelige egenskaber kan forebygge mange af de miljøproblemer, der er forbundet med planteproduktion. Risø forskere arbejder således med at give planter arvelig modstandsdygtighed mod svampesygdomme. Herved kan behovet for at bruge kemiske bekæmpelsesmidler nedsættes. Med omfattende analyser af planternes arvematerialer søger forskerne at finde frem til de gener, der bestemmer planternes modstandsdygtighed. Man arbejder også på at finde de gener, der bestemmer egenskaber som høstudbytte og kernerstørrelse. Nye arter kan fremavles på traditionel vis, hertil kommer, at man med moderne metoder fra molekylærbiologien kan skyde genvej ved at isolere og karakterisere de enkelte gener. Derefter kan de ønskede gener overføres til nye planter, som så kan formeres op.

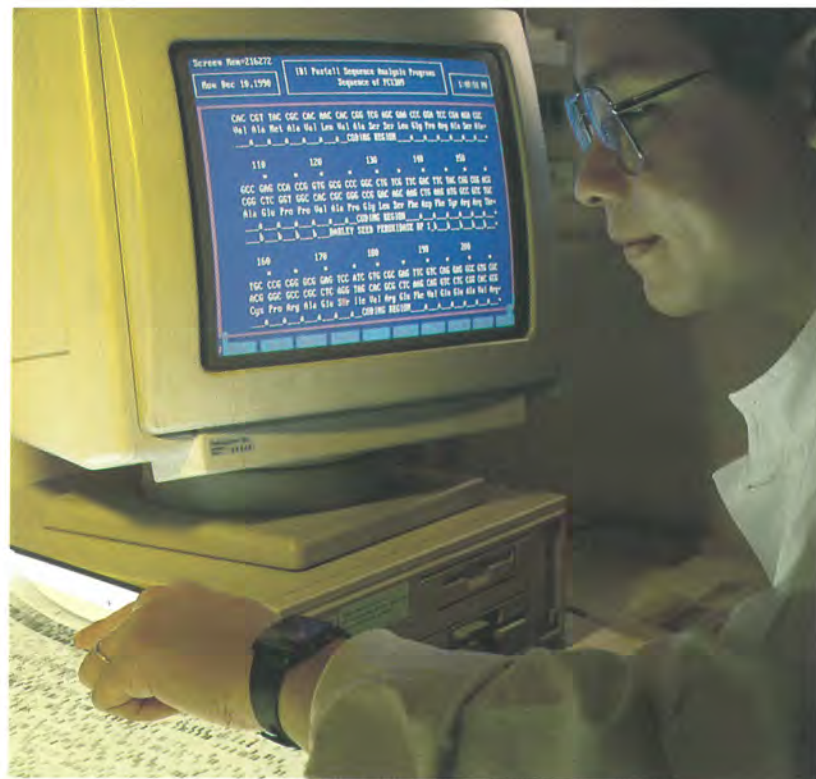
### Fremskridt i meldugforskningen:

**Primitiv byg fra Asien styrker den sarte danske byg.** Arvematerialet fra 30 primitive bygsorter fra det vestlige Asien skal levere ny modstandsdygtighed mod plantesygdomme til de højt forædlede, men sarte danske bygsorter. Nogle

af de asiatiske sorter er modstandsdygtige over for angreb af meldug, som er en af de alvorligste sygdomme i korn. Sammen med danske kornforædlingsvirksomheder er forskere fra Risø i gang med at undersøge ca. 30 meldugresistente linier udvalgt på Risø blandt ca. 4000 primitive bygsorter fra det vestlige Asien. Man finder frem til de gener, der giver resistens, og de bedst egnede overføres til bygsorter, der kan dyrkes i Danmark.

**Byg modstår svampeangreb med egne kemiske bekæmpelsesmidler.** Kemiske bekæmpelsesmidler er ikke kun kemikalieindustriens påfund. Naturen har selv udviklet kemiske bekæmpelsesmidler, som findes i alle planter. Således kan en række enzymer, der kaldes kitinaser nedbryde stoffet kitin, som findes i cellevæggene på en lang række svampe. Mængden af en af disse kitinaser øges i byg meget kraftigt i de blade, som bliver angrebet af meldug. Formodentlig er de forsvarsmekanismer mod meldugangrebet. Forskere på Risø har fundet syv forskellige kitinaser, hvoraf fire er oprenset og karakteriseret ved bl.a. aminosyresekvensen i enzymproteinet. Når man kender denne sekvens, åbner det op for at finde frem til de gener i bygplanten, som kontrollerer fremstillingen af kitinaserne. Dette naturlige kemiske bekæmpelsesmiddel vil så kunne indbygges i nye bygsorter.

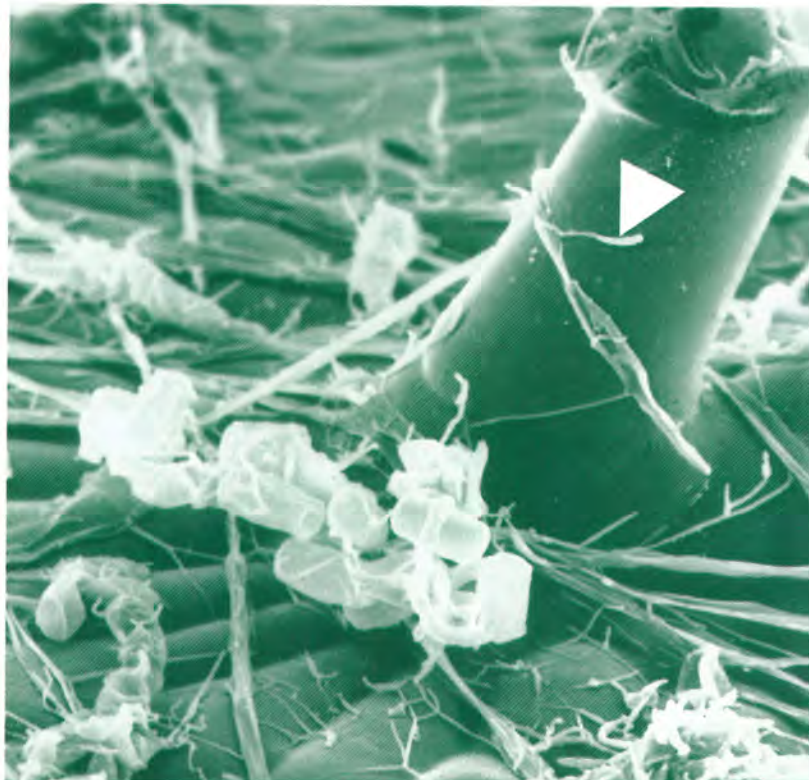




◀ Aflæsning af den genetiske kode for et plantegen.

**Svamp bekæmper angreb af meldug på agurker.** Biologisk bekæmpelse er et godt alternativ til brugen af kemiske bekæmpelsesmidler. En mikroskopisk svamp ved navn *Tilletiopsis* har ved undersøgelser foretaget på Risø vist sig at kunne bekæmpe meldug på agurker, der dyrkes i væksthuse.

Men der er endnu et stykke vej til den fulde klarhed over planternes egne kemiske bekæmpelsesmidler. Således kan forskellige typer bygplanter bekæmpe forskellige typer meldugsvampe. Der er tale om et »gen til gen« forhold, hvor bestemte resistensgener hos byggen producerer stoffer, der kan parere over for angreb af stoffer produceret af bestemte virulensgener i de forskellige meldugsvampe. En forskergruppe på Risø er derfor i gang med at konstruere et kort over både byggen og meldugsvampens kromosomer ved hjælp af den såkaldte RFLP-teknik. Målet er at isolere de specifikke gener, der betinger, om en bestemt slags meldugsvamp kan angribe en bestemt bygsort. Kendskab til resistens- og virulensgenernes funktion giver mulighed for miljøvenlig bekæmpelse af bygmeldugsvampen. Der er etableret kontakter til erhvervslivet og udenlandske forskergrupper.



**180 ton kemiske gifte kan spares.** Sammen med meldug er stribesyge et alvorligt problem for kornavlens i Danmark. Derfor bejdes store mængder udsæd. Men i mange tilfælde er denne behandling helt overflødig brug af kemikalier, fordi mange nye sorter er immune over for angreb af stribesyge. Risø forskere har vist dette ved at afprøve bygsorter og forædlingslinier for resistens mod stribesyge. Adskillige nye sorter og linier er resistente, og bruger landmanden disse, kan de mange ton kemiske gifte spares.

#### Genforskning i byg:

**Nyopdaget gen kan give bedre øl.** Forskerne på Risø har udviklet en ny statistisk metode til at finde frem til de gener, der bestemmer egenskaber som f.eks. høstudbytte og kernestørrelse hos byg. Disse gener kaldes QTL (quantitative trait loci). Med metoden kan man også finde frem til, hvor på de syv kromosomer i byg et bestemt gen sidder. Med metoden har man fundet frem til det gen, locus Kw1, der

◀ Foto taget med scanningelektronmikroskop af agurkeblad, hvor svampen *Tilletiopsis albesens* har standset angrebet af meldug. Dens fine hyfer ses ind imellem og på de sammenfaldne grove hyfer af meldugsvampen. Pilen viser sporer af *T. albesens*.

kontrollerer kernestørrelsen, som er vigtig for byggenes kvalitet som malt.

**Kromosomerne kortlægges.** På et enkelt kromosom kan der være tusindvis af gener. Derfor er der stort behov for kromosomkort i genforskningen. Ganske vist har byggen kun syv kromosomer mod menneskets 44, men alligevel kan det være forbundet med store vanskeligheder at identificere ét bestemt gen. På Risø er der nu udviklet en bedre statistisk metode til identifikation af byggenes syv kromosomer. Metoden giver også et nyt endtydigt system til bestemmelse af »fikspunkter« på byggenes kromosomer, f.eks. indsnøringer og farvede bånd. Disse såkaldte cytologiske markører kan vise vej til genernes nøjagtige placering på byggenes kromosomer.

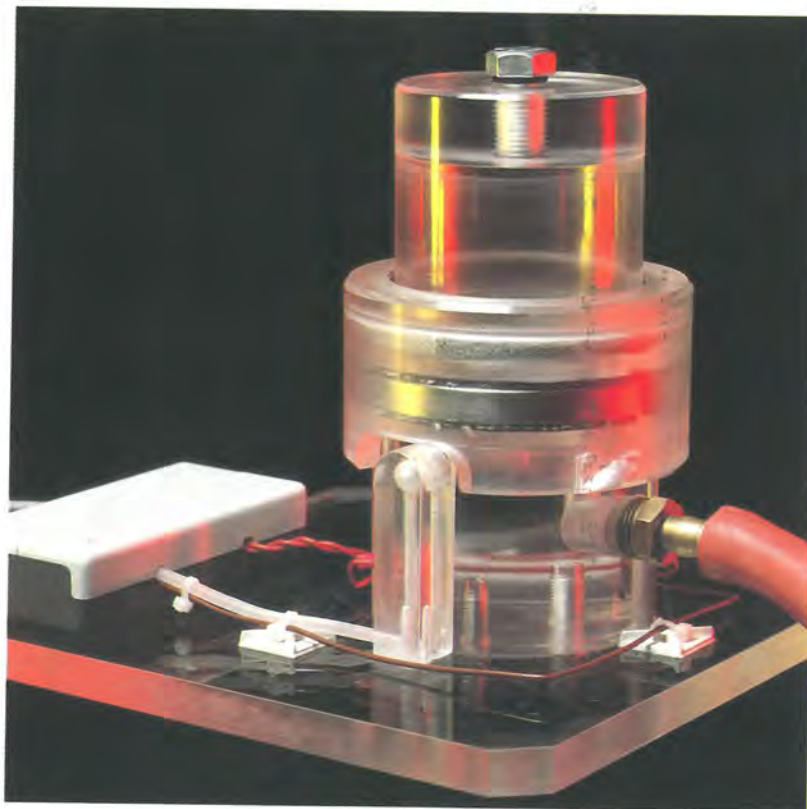
**Byg med bedre proteinkvalitet.** Proteinets aminosyresammensætning er en vigtig faktor, når byggenes næringsværdi skal vurderes. Jo mere af aminosyren lysin, bygproteinet indeholder, jo bedre er næringsværdien. På Risø er der fundet en række høj-lysin mutanter, dvs. bygsorter med særligt højt lysin indhold. Resultaterne er forelagt ved »International Symposium on the Contribution of Plant Mutation Breeding to Crop Improvement« ved IAEA i Wien.



▼ Genkanon, hvor DNA-belagte guld-partikler accelereres ved hjælp af en elektrisk udladning til så høje hastigheder, at partiklerne kan trænge ind i plantevævet.

**Genteknologi kræver sikker navigation i cellens univers.** Det centrale i genteknologien er, at man kan »klippe« enkelte gener ud fra én slags celler og »klistre« dem ind i en anden slags celler, der så får tilført de nye arvelige egenskaber. Men det er ikke så ligetil at navigere et enkelt gen rigtigt på plads i en ny celle, der rummer adskillige kromosomer med tusindvis af gener. Til at styre gener rigtigt på plads benyttes de såkaldte

DNA-vektorer. Risø-forskere arbejder på at konstruere DNA-vektorer til fremstilling af gensplejsede bygplanter. Disse konstruktioner skal kunne styre produktet til en bestemt plantedel. I dette arbejde benyttes to gener, et der kan fremstille de såkaldte peroxidaser og et andet, der kan fremstille et næringsrigt lagerprotein, kaldet Z, i bygfrøet. Peroxidaserne deltager i bygbladets afværge mekanisme over for meldugangreb.



► I undersøgelser over kvælstoffets kredsløb i jord/plante/atmosfæresystemet anvendes den stabile kvælstof-15 isotop som tracer. Stabil isotop analyse udføres ved on-line massespektroskopi.

Arbejdet er så langt, at man nu har mulighed for at lave DNA-vektorer, der kan give byg et større indhold af det næringsrige lagerprotein Z.

#### Hele planter fra én enkelt celle.

Det er nu muligt at fremstille hele bygplanter fra én enkelt celle. Det er forholdsvis nemt at forsyne én celle med nye ønskede arveanlæg. Når man har den, kan man så fremstille lige så mange identiske hele bygplanter, som man har lyst til. Teknikken kaldes regeneration og sker i bygplanter ud fra enkeltceller fra pollen Korn. Denne teknik er i 1990 forbedret betydeligt. I løbet af 1990 er der etableret jævnlige kontakter til danske kornforædlere omkring nye teknikker og procedurer. Pollenkulturer benyttes endvidere til gensplejsning. Gensplejsning i byg kan ske ved at bruge en genkanon, som er bygget på Risø. Med genkanonen beskydes pollen-kornene med mikroskopiske guld-kugler, der er dækket med det gen, man ønsker at få sat ind i cellerne.

#### Planternes forsyning med næringsstoffer:

**Biologisk samspil kan erstatte handelsgødning.** Kvælstof er et vigtigt næringsstof for planter, men samtidig årsag til nogle af vor tids alvorligste miljøproblemer. Med et større kendskab til samspillet mellem forskellige afgrøder, er det muligt at udnytte agerjordens store



puljer af organisk kvælstof, ligesom man kan forbedre bælgeplanter op-tagelse af kvælstof direkte fra luften. Herved kan man spare handelsgødning og nedsætte udledningen af nitrat til søer og vandløb. Også for andre næringsstoffer kan biologisk samspil afløse brugen af handelsgødning.

På Risø arbejdes med disse problemstillinger. Organisk bundet kvælstof i afgrøderester, f.eks. halm og rødder, omdannes i jorden ved hjælp af mikroorganismer til uorganiske kvælstofforbindelser, især nitrat. Risø forskere undersøger, hvor hurtigt mikroorganismerne omdanner kvælstoffet i forskellige former for afgrøderester. Formålet er at vurdere, hvor meget kvælstof der overføres til de følgende afgrøder, samt at vurdere risikoen for tab af dette kvælstof til vand- og luftmiljøet. Undersøgelserne har bl.a. vist, at kvælstof i ærteafgrøderester frigøres langsommere end først antaget ud fra kend-

skab til materialets kemiske sammensætning, samt at en afgrøde sået efter høst af ærterne kun optog 15% af ærteresternes kvælstof.

**Mange af jordens næringsstoffer forsvinder op i luften.** Mikroorganismer kan omsætte nitrat til luftformigt kvælstof. Processen kaldes denitrifikation og er årsag til store tab af næringsstoffer fra jord til atmosfære. Forsøg har vist, at plantevækst kan øge denitrifikationen, og at ært har større effekt end byg, men det er vanskeligt at få nøjagtige mål for omfanget af denitrifikation i marken. Forsøg på Risø har vist, at en meget anvendt metode, hvor man ved hjælp af den stabile isotop kvælstof-15 laver en massebalance for tilført kvælstofgødning, kan føre til overvurdering af denitrifikationen, hvis der ikke tages hensyn til andre former for tab til luften end denitrifikation.



**Bælgplanter henter kvælstof fra luften.** Atmosfæren består af ca. 80% kvælstof, men dette kvælstof kan ikke umiddelbart bruges som næringsstof for planter. Biologisk binding af atmosfærisk kvælstof til ammoniak, der kan optages af planter, kan udelukkende udføres af mikroorganismer. Kvælstofbinding i snævert samliv (symbiose) med de såkaldte Rhizobium-bakterier er en vigtig kilde til bælgplanternes kvælstofforsyning. Men hvad får Rhizobium-bakterierne ud af dette samliv? Stofudvekslingen mellem de symbiotiske partnere menes at være en nøglefunktion til opretholdelsen af samlivet. Stofudvekslingen reguleres af en plantemembran, der omslutter Rhizobium-bakterierne i bælgplantens rodknold.

Sammen med forskere fra Murdoch University, Western Australia, er det lykkedes at isolere bakterier omsluttet af en intakt plantemembran fra ærterodknolde. Bakterierne er brugt til stofudvekslingsstudier, og forskerne har herigennem opnået værdifuld indsigt i kommunikationen mellem de symbiotiske partnere.

**Planter bytter kulhydrater og fosfor.** Svampen VA-mykorrhiza lever sammen med planterødder, hvorfra svampen henter kulhydrater. Omvendt bidrager VA-mykorrhiza til planternes fosforoptagelse. Efter dyrkning af planter i en atmosfære med kuldioxid mærket med kulstof-14, er det lykkedes Risø forskere direkte at sætte tal på indbygningen af kulhydrater i den del af svampen VA-mykorrhiza,

der befinder sig i jorden omkring rødderne. Omvendt er det gennem samarbejdet med forskerne fra Murdoch University lykkedes at vise, at der er sammenhæng mellem svampehyfernes rumlige udbredelse og deres optagelse af fosfor fra jorden.

**Hvordan påvirker forurenet luft planternes livsvilkår?** Dette undersøges i specielle vækstkamre, hvor planter kan udsættes for forskellige typer af luftforurening. Disse såkaldte Open-Top-Chambers blev i 1990 flyttet til Risø Sektion for Plantebiologi. Væksthuse-  
ne ejes og drives nu i fællesskab af Danmarks Miljøundersøgelser, Inst. f. Økologisk Botanik ved Københavns Universitet og Risø.

◀ *Open-Top kammer faciliteten, som benyttes til undersøgelser af effekter af luftforureninger. Faciliteten ejes i fællesskab af Danmarks Miljøundersøgelser, Forskningscenter Risø og Københavns Universitet.*

Kamrene har i forbindelse med flytningen gennemgået en kraftig renovering og består nu af 19 store kamre og 20 små kamre, sidstnævnte er udbygget som lysimeteranlæg, som skal benyttes til måling af udvaskning fra jorden.

**Selen i biologiske materialer.** I 1990 er afsluttet en evaluering af kvaliteten af en række analysemetoder til bestemmelse af selen i biologisk materiale. Analyser, der er aktuelle ikke mindst på grund af interessen for selenindholdet i kosten. På basis af resultater fra førende laboratorier i 8 medlemslande blev det påvist, at neutronaktivering er den mest egnede referencemetode for bestemmelse af selenindhold over 0,3 mg/kg. Der er desuden udført certificeringsanalyse af 6 nye biologiske referencematerialer og 2 rene metaller for en række elementer. Denne kvalitetsudvikling af analytiske metoder er vigtig for fremstilling af referencematerialer, og arbejdet hermed finder sted i samarbejde med BCR, EF's organ for referencer og standarder, i Bruxelles.





# Industriel sikkerhed og driftspålidelighed

## MENNESKER OG TEKNOLOGI

**Samspillet mellem menneske, arbejde og edb.** I de sidste år har arbejdssituationen ændret sig drastisk for store dele af befolkningen. High-tech-systemer, integrerede netværk og avancerede arbejdsstationer har vundet indpas i virksomheder og organisationer. Som mennesker stilles man i stigende grad over for skærme, kontrolpaneler og tastaturer som partnere, man skal kommunikere med. Disse såkaldte grænseflader står i stigende grad mellem mennesker og deres arbejde og vil fremover også danne grænseflade mellem flere personer og virksomheder, der arbejder sammen.

**Fremtidens edb-systemer skal indrettes efter mennesket.** I 1960'erne blev edb nærmest brugt som ekstra gode regnemaskiner. I 1970'erne kom de centrale administrative databaser, hvortil der kunne sluttes terminaler, og i 1980'erne er datakraft blevet hvermands eje takket være PC'erne. Samtidig spiller ekspertsystemer og computerstyret produktion en stadig stigende rolle i arbejdslivet. 1990'erne

vil blive præget af lynhurtige netværk og kraftfulde lokale datasystemer, der kombinerer alle disse færdigheder, og som kan øge fleksibiliteten og dermed lønsomheden i produktion og administration. Det er svært at indføre disse avancerede informationssystemer, bl.a. fordi der mangler modeller, som kan forudsige hvordan og hvor meget de nye systemer egentlig griber ind i organisationen. Det er meget store investeringer i informationsteknologi, erhvervslivet står overfor at skulle foretage i de kommende år, og det kræver en ny form for beslutningsproces. Dens fundament leveres af kognitionsforskningen, som beskæftiger sig med at kortlægge menneskets mentale færdigheder og lave modeller over vore handlemåder både i rutineprægede og pressede arbejdsituationer. Kognitiv systemgruppen på Risø arbejder med dette og resultaterne kan blandt andet bruges til at opstille funktionskrav til nye avancerede edb-systemer.

**Hjælpsomme og overbærende edb-systemer.** Edb-systemer, der hjælper, når brugeren løber sur i det og som ikke går i baglås på grund af en enkelt tastefejl, er mange edb-brugeres ønskedrøm. Visionen forsøges virkeliggjort gennem et Risø projekt, hvor forskerne vil indkredse de muligheder, der er for





◀▶ Med et video-apparatur til registrering af øjenbevægelser kan det testes, hvordan brugere søger informationer på nye typer skærme, instrumentpaneler og anden teknologi, der danner en grænseflade mellem mennesker og teknik.

at pege på skærmen og lade den vise avanceret grafik eller video, som kan hjælpe operatøren videre. Disse såkaldte multimedie-computer-systemer skal kunne bære over med de fejl, mennesker begår. Begynderen skal kunne finde rundt i systemerne, mens den erfarne skal kunne springe alle tidsrøvende mellemlid over. Hvor mange mennesker arbejder sammen om at løse opgaver, skal de nye systemer også kunne hjælpe med til at støtte de kollektive beslutninger, mennesker må træffe i det virkelige livs komplekse og varierende arbejdsituationer. Projektet har bl.a. resulteret i udvikling af »Boghuset«, et system, der hjælper biblioteksbrugere med at formulere individuelle måder at foretage litteratursøgning på.

**Kognitionsmodel skal fortælle forskerne hvordan informationsteknologi påvirker mennesker.** Risø forskere har iværksat opbygning af en såkaldt kognitionsmodel. Den skal bruges til at efterprøve, hvad der sker, når et menneske bliver sat over for en situation som kræver beslutning og handling. Forskerne vil simulere situationer hvor problemer skal løses, og analysere menneskets mentale strategier i tilknytning hertil. Denne viden skal benyttes til at forudsige, hvil-



ken indflydelse, de nye informationsteknologier har på menneskets måde at tænke og handle på. Arbejdet er et led i et projekt under ESPRIT II programmet.

**Beslutningsgangen på hospitaler og i procesindustri.** Vejle Sygehus har været studieobjekt i Risø forskernes arbejde med at kortlægge menneskers mentale strategier og selve beslutningsprocessen. Man har fulgt hvordan læger, sygeplejersker og andet personale har taget stilling til behandling af patienterne. En sådan såkaldt kognitiv arbejdsanalyse er også sket i en produktionsvirksomhed. Projekterne er udført under STVF.

**Zeus – en edb-model af hjernen letter sagsbehandling.** Sammen med medarbejdere hos Rambøll og Hannemann selskabet R&H Informatik, har Risø forskere udviklet et nyt ekspertsystem for PC'ere. Det nye edb-program, der er blevet kaldt Zeus, er et såkaldt neuralt netværk. Hermed menes, at det er konstrueret som en edb-model af hjernen, og edb-programmet kan derfor læres op. Ved at læse regelsæt og allerede indhøstede erfaringer ind i systemet, daterer Zeus automatisk sin viden op. Stillet over for nye problemer, finder Zeus derfor selv frem til den mest sandsynlige løsning på problemet. Men der må dog stadig et menneske til at træffe den endelige beslutning. Læses denne beslutning ind i Zeus, tager systemet hensyn til den nye afgørelse, næste gang et problem skal løses. Systemet er taget i brug af politiet og toldvæsenet.

## SIKKER INDUSTRIEL PRODUKTION

**Tunge luftarter kan give store ulykker.** Når der går hul på en gastank på en kemisk fabrik, kan ulykens konsekvenser blive meget forskellige. Nogle luftarter stiger hurtigt til vejrs og spredes. Andre vil blive liggende ved jorden som en tung, kvælende sky, der kan volde stor skade, hvis luftarten er giftig. Derfor har spredning af tunge gasser stor interesse, når man skal forudsige konsekvenser af uheld, hvor gasser i tanke og lignende slipper ud. På Risø er der udviklet et edb-program, der kan forudsige konsekvenserne af uheld med den slags luftarter. Risø har i en årrække deltaget i et større europæisk program finansieret af EF vedrørende industrielle risici. Programmet udløb i 1989, og Risø deltager nu i EF's nye program sammen med et stort antal andre europæiske lande.

**Det er de første minutter efter ulykken, der er kritiske.** Katastrofeøvelser og analyser af uheldssituationer viser, at udeladelser, forvirring og misforståelser i de første minutter af et uheld ofte kan forværre uheldets omfang. Operatørerne tager forhastede beslutninger, som det f.eks. skete ved ulykken på Three Mile Island. Risø leder et EF projekt, der skal søge at skabe større klarhed for operatørerne i disse første kritiske minutter. Ideen er at udnytte de databaser, som allerede findes, og koble dem sammen ved hjælp af den rigtige kommunikationsteknik, så man øjeblikkeligt har adgang til opdateret information, f.eks. om materialer og giftstoffer. Samtidig gælder det om at udnytte de bedste kommunikationsmidler til at give viden og instrukser til de relevante personer. Projektet hedder ISEM og er sat i gang under ESPRIT II.

**De fleste uheld kan forudses.** Store industrielle anlæg kræver høj pålidelighed af hensyn til produktionen og økonomien. Lige så vigtig er hensynet til sikkerheden, hvor det er vigtigt at forebygge uheld med konsekvenser for anlæg, medarbejdere eller det omliggende samfund. Både danske myndigheder og EF stiller skærpede krav til gennemførelse af risikoanalyser, beredskabsplanlægning mv. Gennem en dybtgående analyse af mulige uheld og farlige situationer arbejder Risø forskere med at opstil-



le retningslinier, der kan gøre tekniske anlæg mere pålidelige i driften.

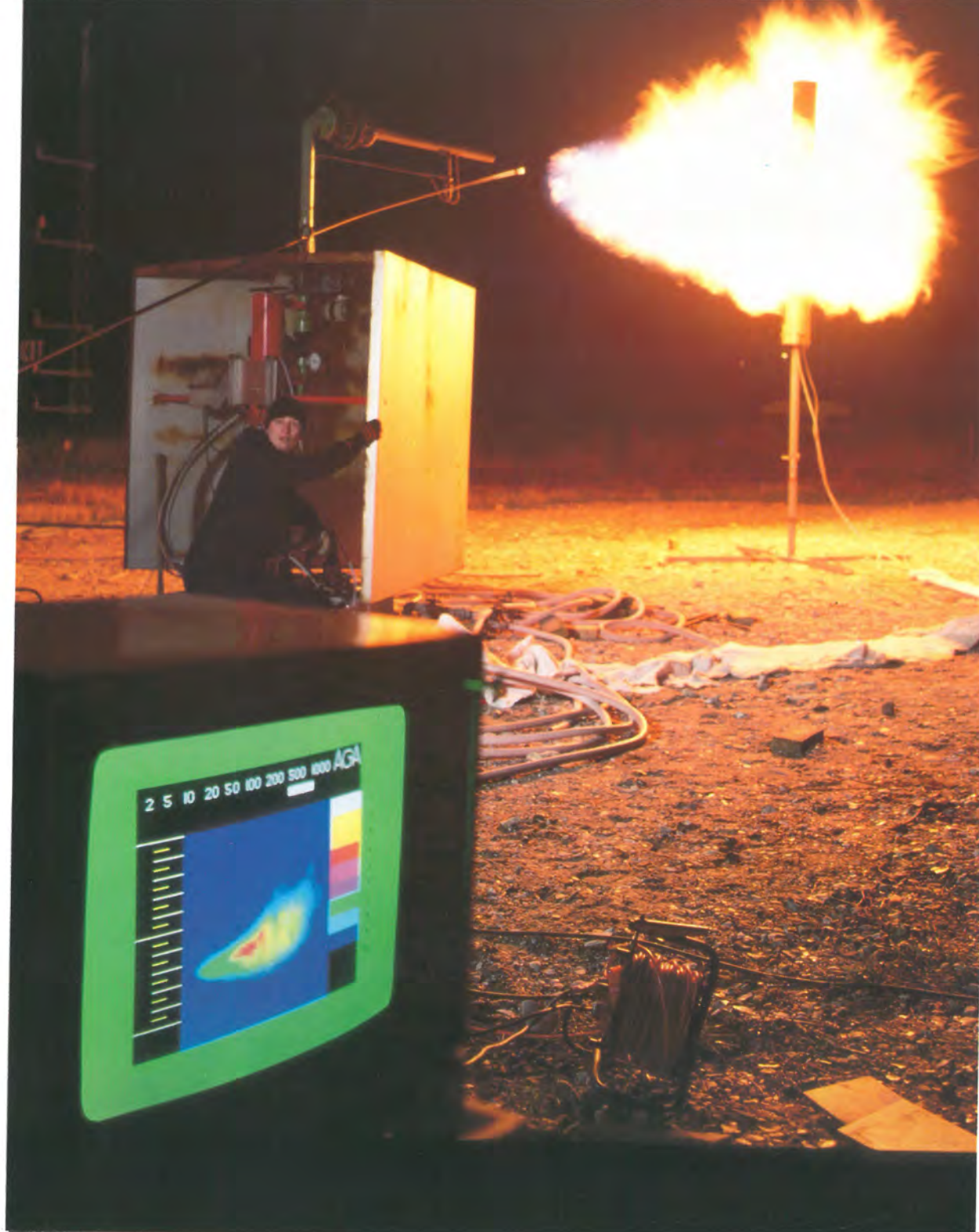
Risø forskere udvikler metoder og edb-værktøjer til støtte, når man skal analysere tekniske systemers pålidelighed: Hvad sker der hvis en enkelt lille del bryder sammen? Det spørgsmål må man stille sig for samtlige måske mange tusinde enkeltdele i et stort anlæg. Det følges op af bedre analysemetoder, når man skal vurdere konsekvenserne efter at der er sket et uheld. Det kan være brand i kemikalier, eksplosion, spredning af røggasser og vurdering af giftvirkninger. Endelig udvikles der metoder som kan følge op på virksomhedernes risikoanalyse, ikke mindst at organisationen er indrettet bedst muligt til at sikre anlægget under drift.

I 1990 har Risø deltaget i at udvikle en software-pakke -STARS – til brug ved risiko- og pålidelighedsanalyser af industrielle anlæg. Det er sket i samarbejde med JRC-Ispira, EF's fælles forskningscenter i Italien, TECSA (Italien) og VTT (Finland). Risø indsats har ligget inden for opbygning af videnbaser for anlæg, funktionelle enheder og kemiske forbindelser. En prototype af programmet ventes klar i 1992.

► En 8 meter lang flamme rammer en stålcylander. På monitoren ses et billede som bliver optaget med et specielt videokamera, der registrerer infrarødt lys. Farverne på skærmen er et udtryk for styrken af varmestrålingen fra forskellige områder af flammen.

**Rigtig vedligeholdelse forebygger uheldet.** Et uheld i et stort industrielt anlæg kan nemt starte med at et enkelt tandhjul mister en tand, og dermed starter en kæde af hændelser, der måske fører til større driftsstop eller et uheld. Disse situationer kan undgås, hvis man på forhånd har analyseret, hvilke driftsforstyrrelser hver enkelt del i anlægget kan være årsag til. Med denne viden kan anlæggets vedligeholdelse planlægges, så vitale dele aldrig når at gå i stykker. Der bliver større og større interesse for denne såkaldte pålidelighedsbaserede vedligeholdsplanlægning, og Risø har i 1990 afsluttet udvikling af et system hertil. Projektet er foregået under teroteknologi programmet, og var støttet af Nordisk Industriefond og STVF.

**Naturgasflammer giver viden om brandulykker.** Hvordan påvirker en brændende flamme de materialer, den rammer? Det er af stor betydning, når man skal vurdere konstruktionens evne til at modstå virkningen af en brand. For at belyse dette, har Risø forskere som led i et EF projekt gennemført eksperimenter med stikflammer fra antændt udstrømning af naturgas. Formålet har været at beskrive flammens form, temperatur, udstrækning m.m.





# Nukleare sikkerheds- og beredskabs- forhold

## DET RADIO- AKTIVE AFFALD

**Sikker opbevaring af radioaktivt affald.** Radioaktive stoffer benyttes i industri, laboratorier og hospitaler til analyse, diagnose og behandling. Affaldet herfra skal opbevares eller bortskaffes på måder, der ikke kan skade mennesker og miljø. Risøs Behandlingsstation er en slags »Kommunekemi« for denne type affald. Sammen med denne opgave drives forskning om slutoplagring af radioaktivt affald – en forskning, der også kan give nye muligheder for at bortskaffe andre former for affald på en sikker måde.

**Styr på radioaktivt affald.** Cement kan bruges som materiale til at indkapsle forurenende stoffer som f.eks. radioaktivt affald. Man skal dog kende cementens egenskaber helt til bunds, således at man kan være sikker på, at forvitring mv. ikke fører til, at de indkapslede stoffer kan slippe ud. Risø har forsøgsarbejder igang, der skal finde frem til de bedste materialer til at indkapsle radioaktivt affald. Disse arbejder fortsætter under det kommende EF-program for perioden 1990-1994.



En undersøgelse af mulighederne for at omdanne radioaktivt forurenede jord til et fast sammenhængende materiale ved tilsætning af cement under brug af et tilsætningsstof, der markedsføres af det danske firma Geodur, blev i samarbejde med Vandkvalitetsinstituttet præsenteret ved en kongres i USA. Videre undersøgelse af metoden er påbegyndt inden for rammerne af det Nordiske Kernesikkerhedsprogram.

## MILJØ OG STRÅLING

**Det landsdækkende måleberedskab.** Risø samarbejder med Civilforsvarsstyrelsen om den løbende drift af det landsdækkende system til måling af radioaktivitet, og data fra de 10 målestationer fordelt over hele Danmark indsamles og bearbejdes på Risø. For Civilforsvarsstyrelsen skal Risø udvide og revidere databehandlingssystemet »ARGOS«, som samler, bearbejder og præsenterer data om vejr, vind og radioaktivitet i en uheldssituation.

**Nordisk samarbejde om kernesikkerhed.** I 1990 startede et nyt Nordisk 4 årigt kernesikkerhedsprogram, NKS. Et af programmets fire hovedområder, RAD-programområdet, koordineres af Risø. Målet er at samordne og øge kendskabet til hvordan radioaktive stoffer (primært cæsium) overføres gennem fødekæderne til mennesket ef-

◀ *Langtidsstabiliteten af radioaktivt affald f.eks. indesluttet i cement, afhænger af kontakt med vand. Forskellige metoder, fra simple udludningsforsøg som vist på billedet til avancerede nukleare metoder som neutronspretningsmålinger, benyttes til at opnå forbedret kendskab til materialerne.*

► *Udtagning af jordprøver i Ural sydøst for Sverdlovsk, Sovjetunionen, maj 1990. Det er første gang en vestlig delegation får lejlighed til at tage prøver efter uheldet i et militært nukleært anlæg i Kyshtym i 1957. På billedet ses Asker Aarkrog, Risø og medarbejdere fra Institut for plante og dyrevetenskaber, Zarechny, Ural. Foto: H. Dahlgaard.*



ter atmosfærisk nedfald i søer, skove, fjeld- og landbrugsområder.

I et andet hovedområde under NKS, BER-området, har Risø fået overdraget ledelsen af et projekt, der skal søge at harmonisere de Nordiske modforholdsregler og indgrebsniveauer i tilfælde af nukleare uheld.

**Første vestlige vurdering af den radioaktive forurening i Sovjet.** Det lykkedes i 1990 for første gang,

i samarbejde med sovjetiske radioøkologer, at indsamle og hjembringe prøver fra to radioaktivt forurenede områder i Sovjetunionen, en fra nærzonen omkring den forulykkede Tjernobylreaktor og en fra området mellem Sverdlovsk og Chelyabinsk i det sydlige Ural, hvor en alvorlig ulykke indtraf i 1957. Disse prøver danner grundlag for den første uafhængige vestlige vurdering af den radioaktive forurening i disse områder.



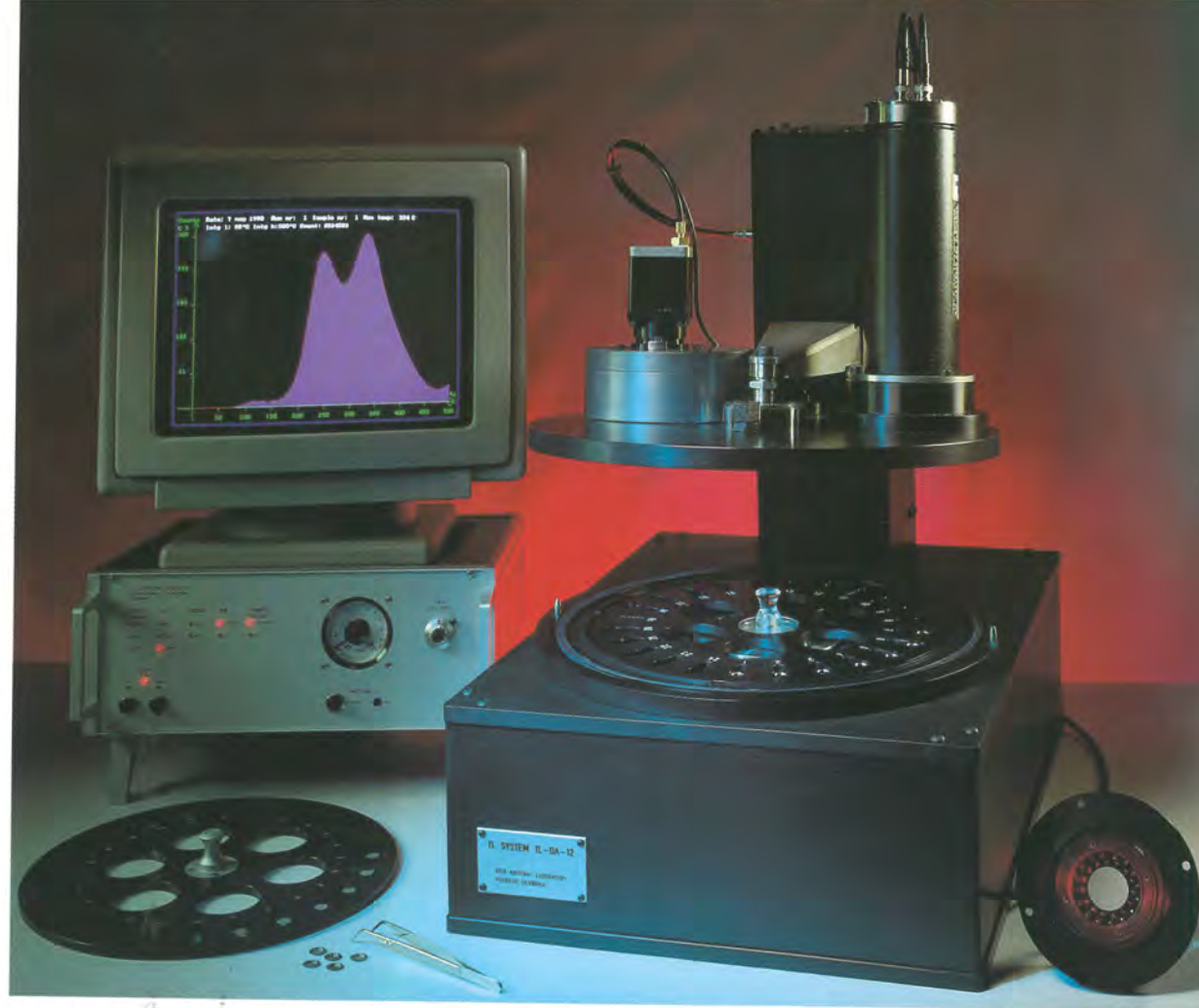
### Radioaktive stoffer i atmosfæren.

Edb-modeller, der hurtigt kan beregne hvor en radioaktiv sky vil drive hen på vej væk fra uheldsstedet er vigtige for at vurdere og ned-sætte faren for mennesker og miljø. Risø arbejder med udvikling af edb-modeller for farlige (giftige) stoffers spredning i atmosfæren, og en af disse edb-modeller, RIM-PUFF, er udviklet til at tage hurtigt skiftende vejrforhold med i sine beregninger. Dens anvendelighed er i 1990 undersøgt gennem opgaver for schweiziske og spanske elværker, der ligger i bjergigt terræn. Med EF er der indgået kontrakt om udvikling af en såkaldt real-tids model, der under et uheld løbende kan beregne spredningen af radioaktive stoffer mv.

**Radon stråling i huse.** Fra undergrunden trænger den radioaktive luftart radon ind i vore boliger. Radonkoncentrationen kan variere meget fra hus til hus, og for de fleste af os, er radon årsag til hovedparten af den samlede stråling, vi udsættes for. I samarbejde med andre laboratorier er Risø engageret i et EF-projekt, som bl.a. omfatter matematisk modellering og eksperimentelle undersøgelser af radonindtrængning fra jord til bygninger.

**Ny teknik til måling af strålingsdoser.** Det er lykkedes Risø at gøre sig gældende internationalt inden for en ny måleteknik til bestemmelse af strålingsdoser. Metoden er baseret på Optisk Stimuleret Luminescens (OSL), hvor den akkumulerede strålingsenergi i et stof frigøres ved hjælp af lyspåvirkning; i modsætning til, at det i den hidtil benyttede Termoluminescens (TL) metode sker ved hjælp af varmepåvirkning. Metoden har vist sig at være enklere og tillige give en større nøjagtighed. I første omgang er

metoden blevet anvendt til måling af den opsamlede strålingsenergi i feldspat ved påvirkning med infrarødt lys, hvilket bl.a. kan benyttes til aldersbestemmelse af arkæologiske og geologiske prøver. Det udviklede OSL udstyr er allerede solgt til flere udenlandske videnskabelige institutioner.



## KERNEKRAFT VÆRKER

**Fjernstyrede robotter til farligt arbejde.** Under EF's TELEMAT-program er der i samarbejde med partnere i England, Tyskland og Belgien startet et projekt om design og konstruktion af fjernstyrede robotter til hjælp i forbindelse med uheld på kemiske eller nukleare

anlæg. Risø bidrager med ekspertise vedr. pålidelighed og sikkerhed.

◀ **Kombineret termoluminescens (TL) og optisk stimuleret luminescens (OSL) apparatur udviklet på Risø til måling af strålingsdoser i forskellige stoffer.** Apparatet, der er leveret til udenlandske laboratorier, anvendes også til aldersbestemmelse af arkæologiske og geologiske prøver.

### Beredskab ved kernekraftuheld.

Ved vurderingen af et eventuelt reaktoruheld i et af vore nabolande er det afgørende, at man så hurtigt som muligt kan danne sig et overblik over, hvordan uheldet kan udvikle sig. Risø opretholder og ajourfører derfor sin viden om reaktorteknik og specielt til opbygningen af reaktorerne i vore nabolande.

### Forskning med henblik på udnyttelse af A-kraft er slut på Risø.

Inden for den nukleare forskning er Risøs 3. internationale fissionsgasprojekt afsluttet. For første gang er det blevet målt, hvorledes temperatur og tryk ændrer sig ved langtidsbrug af brændselselementer i kraftreaktorer. De opnåede resultater er af betydelig værdi ved sikkerhedsvurdering af igangværende reaktorer og ved konstruktion af nye forbedrede typer. Med afslutningen af dette projekt er Risøs nukleare forskning nu udelukkende rettet mod sikkerheds- og beredskabsforhold. Risøs anlæg til håndtering af højradioaktivt materiale, Hot Cell anlægget, vil blive nedlagt med støtte fra EF's program til afvikling af nukleare anlæg. Bygningen vil blive taget i brug til andre formål.





Materialer:

# Avancerede materialer til fremtidens produkter

*Nye, miljøvenlige teknologier i energi- industri- og landbrugsproduktion er i meget høj grad afhængige af nye materialer, der flytter grænserne for, hvad der teknologisk er muligt. Risøs forskning i avancerede materialer omfatter forskning i materialers egenskaber og struktur samt udvikling af nye, avancerede materialer.*



# Materialers atomare egenskaber og struktur

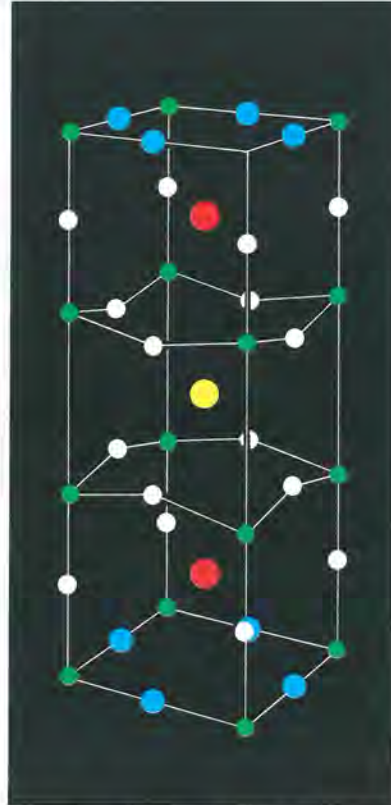
**Højtemperatursuperledning – et spring for den teknologiske udvikling.** I modsætning til en almindelig kobberledning kan en superleder transportere elektricitet uden tab. Det åbner meget store perspektiver for at anvende superledere til spoler, generatorer og kabler. Superledere anvendes også til måling af de ganske små magnetfelter, som f.eks. hele tiden findes omkring den menneskelige hjerne. Superledning optræder ved meget lave temperaturer. Men de seneste opdagelser har givet håb om at udvikle materialer, der bliver superledende ved temperaturer, der kan opretholdes med en moderat køleteknik, de såkaldte højtemperatursuperledere.

**En teori satte grænser.** I 1957 blev der fremsat en teori som forklarede superledning ved, at elektronerne i den superledende fase er bundet sammen i par, der kan bevæge sig gnidningsfrit gennem materialet. Parrene kan kun brydes, hvis der tilføres energi. Ved tilstrækkelig lav temperatur,  $T_C$  (ordenstemperaturen), har de termiske svingninger ikke længere energi nok til at bryde parrene, og materialet bliver superledende. I følge teorien skyldes pardannelsen små deformationer i krystalgitteret. Teoriens enestående beskrivelse af de kendte superlederes egenskaber gjorde, at man i næsten 30 år anså superledning for et velafklaret fæ-

nomen med en forudsagt højest mulig ordenstemperatur på cirka minus 243 grader C.

**Keramiske superledere brød teoriens grænser.** I de nye keramiske højtemperatur superledere, der blev opdaget i 1986, er der observeret superledning helt op til minus 143 grader C, hvilket er fire gange højere end de teoretiske forudsigelser. De foretagne studier har vist, at også i den normale tilstand afviger højtemperatursuperlederne væsentligt fra traditionelle metaller og halvledere. Der er således tale om en ny type elektriske materialer, hvis generelle egenskaber er under intense studier, bl.a. med henblik på at fastlægge de grundlæggende mekanismer, der kan frembringe superledning ved disse høje temperaturer.

**Indholdet af ilt afgør superledning.** På Risø har forskerne studeret en keramisk højtemperatursuperleder med den kemiske sammensætning  $YBa_2Cu_3O_x$ . I denne superleder er iltindholdet af meget stor betydning. Hvis der er mindre end cirka 6,4 iltatomer pr. formelenhed, er stoffet magnetisk og ikke superledende. Når iltindholdet øges, sker der en svag ændring i krystalstrukturen, og materialet bliver superledende og umagnetisk. Den højeste superledende ordenstemperatur opnås for cirka 6,9 iltatomer pr. formelenhed ( $T_C = -183^\circ\text{C}$ ). Det har endvidere vist sig,



◀ Struktur af superlederen  $YBa_2Cu_3O_x$ . De kun delvis besatte iltpositioner er markeret med blå, mens de fuldt besatte iltpositioner er hvide. Det gule atom er yttrium, de røde barium og de grønne kobber.

gange tungere end normale elektroner.  $UPT_3$  er superledende ved meget lave temperaturer (minus 273 grader C). Samtidig hermed har materialet antiferromagnetisk orden, dvs. at nabo magneter i det atomare gitter peger i modsat retning.  $UPT_3$  optræder endvidere i flere forskellige superledende faser, hvilket er i modstrid med de eksisterende teorier; men det er på den anden side analogt til de keramiske superlederes opførsel. Derfor studeres egenskaberne af  $UPT_3$  intenst.

**Superledning og magnetisme.** Superledere er kendetegnet ved, at de er uigennemtrængelige for magnetiske felter, så længe disse ikke er for kraftige. Derfor kan en magnet svæve frit i luften over en superleder, båret oppe af sit eget magnetfelt. Ved højere magnetfelter kan feltlinierne trænge igennem det superledende materiale som tynde rør – fluxlinier – der går hele vejen gennem superlederen. Hver af disse rør eller fluxlinier bærer en fluxenhed – et fluxkvant. Disse fluxlinier kan danne et velordnet mønster hvis tæthed er bestemt ved styrken af magnetfeltet. Mønstret og eventuelle ændringer i dette giver informationer om den superledende tilstand. På Risøs småvinkel neutronspektrometer er dette fluxliniegitter for første gang blevet observeret direkte i  $UPT_3$ .

**Atomernes vej til faste stoffer.** Krystaller består af atomer, der sidder i et regelmæssigt tredimensionalt gitter. Det er nu teknologisk muligt at danne kunstige, lagdelte krystaller. Disse krystaller kan have helt nye egenskaber: for eksempel er laser dioden i en CD spiller lavet af en sådan krystal. Sådanne »multilag« krystaller kan opbygges af et enkelt eller få atomlag ad gangen, takket være en forholdsvis ny teknik, der kaldes molekyl-stråle-epitaxi. Udstyr til denne proces er nu opbygget ved Risø og skal bruges til bl.a. at fremstille multilag med magnetiske egenskaber, som ikke findes i naturen.

**Se atomer med røntgen.** På Risø undersøger man også, hvordan atomerne sidder, når en krystal er så tynd, at den kun består af et enkelt lag atomer. En sådan todimensional krystal kan opstå, når man på en vandoverflade anbringer et enkeltlag af lange, organiske molekyler (som f.eks. sæbe). Hvis man tilsætter salte til vandet, vil saltets elektrisk ladede atomer binde sig under enkeltlaget i en todimensional krystalstruktur. Ved hjælp af røntgenstråling har forskere på Risø som de første kunnet bestemme, hvordan saltets atomer er bundet til enkeltlaget. Todimensionale krystaller er det første skridt til dannelsen af en tredimensional krystal,

**Tungelektronsuperledere sætter nye spørgsmål ved teorierne.**  $UPT_3$  er en metallisk forbindelse af uran og platin i en ny stofgruppe, som kaldes tungeelektron systemer, fordi elektronerne opfører sig som om de var op til flere hundrede





◀ Automatisk prøveskifter konstrueret på Risø. Den anvendes til neutrondiffraktions teksturmålinger i forbindelse med materialekarakterisering. På Risø benyttes teksturmålinger især til studier af deformations- og varmebehandlingsprocesser samt ved beregning af materialeegenskaber.

lavet på Risø, hvor et enkeltlag af blyatomer på en krystal af germanium smelter. Både i simuleringerne og i eksperimenterne finder man, at den resulterende todimensionale væske er stærkt påvirket af det underliggende regelmæssige krystalgitter.

**Vejen til nye materialer: forstå naturen og lav den om.** Naturen har gennem århundreder forsynet mennesket med en række materia-

ler som metaller, træ, keramik, glas og sten. Disse materialer har hver deres egen natur, deres fordele og deres begrænsninger. Vi er stort set nået så langt i udnyttelsen af disse materialer, som deres natur tillader. Skal grænserne for det teknologisk mulige flyttes, kræver det, at vi bliver i stand til at forbedre egenskaberne ved materialerne. Vejen er at øge forskernes evne til at karakterisere, forstå og til slut at modificere materialernes mikroskopi-

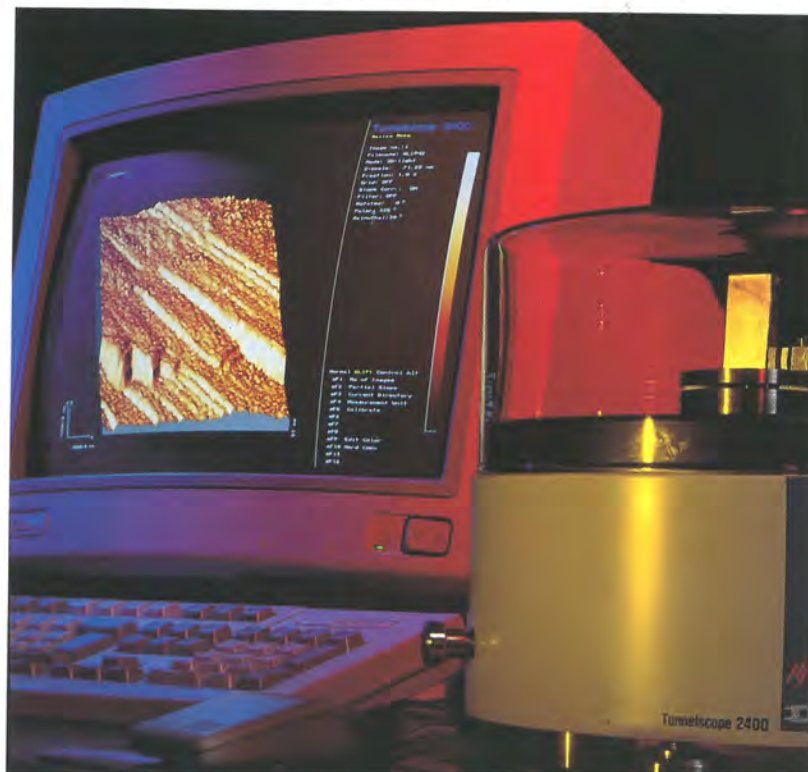
ske natur. Derfor arbejder Risø materialforskere med at karakterisere materialer og med at udvikle matematiske modeller, så man kan forudsige materials opførsel, bl.a. under deformation og varmebehandling. Som en del af dette arbejde er der udviklet nyt udstyr til brug ved måling af indre spændinger, der kan have stor betydning for materialets mekaniske egenskaber. Det sker ved hjælp af neutrondiffraktion på Risø's forskningsreaktor DR 3. Ved denne teknik retter man stråler af neutroner mod materialet, som vil sprede neutronerne i bestemte retninger. Retningerne giver information om materialets krystalgitter, dets orientering i rummet og om afstandene mellem dets atomer. Teknikken er specielt blevet anvendt til at undersøge kompositmaterialer og industrielle komponenter, bl.a. til kontrol af svejsninger og varmebehandlinger.

og det viser sig, at krystaller, der vokser under et sådant organisk enkeltlag, kan have helt andre former end almindelige krystaller.

**Katalyse: todimensionale krystaller af kobber og ilt.** Når en kobberkrystal iltes, dannes en todimensional krystal. Man ville måske forvente, at krystallens overflade blev ødelagt af de kraftige kemiske reaktioner. Men det viser sig, at de første iltatomer, der bindes til en ren kobberoverflade, danner en regelmæssig todimensional struktur. Ved hjælp af meget intens røntgenstråling fra synkrotronstrålingslaboratoriet HASYLAB i Hamburg har forskere fra Risø meget nøje kunnet bestemme denne struktur. Detaljeret information om, hvordan gasatomer bindes til

metaloverflader vil give en dybere forståelse af, hvordan katalysatorer fungerer, og hvordan de kan forbedres. For eksempel virker kobber blandet med zinkoxid som katalysator for methanolsyntesen, hvor kulmonoxid og brint omdannes til methanol.

**Hvordan smelter todimensionale krystaller?** Af grundlæggende betydning i fysikken er spørgsmålet, om hvordan en todimensional krystal smelter, når den er groet på en krystal af et andet materiale. Tredimensionale krystaller smelter pludseligt ved en bestemt temperatur, men i to dimensioner er der teoretiske forudsigelser om, at overgangen fra fast stof til væske kan ske mere gradvist. Ved hjælp af kraftige computere er det muligt at simulere, hvordan smelteprocessen foregår. Simuleringer kan sammenlignes med eksperimenter



◀ Overfladen af kobber, der er deformeret ved valsning, undersøges for slipspor med et scanning tunneling mikroskop.



# Nye materialer

**Produktforbedring gennem nye materialer.** Kompositmaterialer, teknisk keramik og superledere er alle eksempler på de nye materialer som tiltrækker sig stor opmærksomhed. De materialer som alle kender, f.eks. aluminium, rustfrit stål og plast, er blevet forbedret. Nu råder vi over et meget stort antal nye avancerede materialer. Disse giver bedre produkter som kan fremstilles med et mindre energi- og ressourceforbrug samt til en billigere pris. Men kun hvis man vælger den rigtige kombination af design, fremstillingsproces og materialeegenskaber.

**Metal matrix kompositter.** En ny generation af høj-styrke, lette og slidstærke materialer hedder metal matrix kompositter. Disse består af metaller, ofte de lette metaller som aluminium, som er tilsat keramik fibre eller partikler. Afdelingen for Materialeforskning har patentanmeldt en fremstillingsproces for metal matrix kompositter. Kontaktfladen mellem de keramiske fibre og metallet er blevet studeret nøje med elektronmikroskopi. Deformationen omkring de mikrometerlange fibre er også blevet undersøgt med mikroskopi og neutrontdiffraktion. Resultaterne herfra sammenlignes med matematiske beregninger og modeller – modeller som derefter viser vejen til yderligere forbedring af materialerne. En publikation om dette arbejde, som er udført sammen med the Depart-

ment of Metallurgy and Materials Science ved Cambridge University, modtog prisen Acta Metallurgica Outstanding Paper Award for 1989. Lignende forskningsprogrammer er i gang inden for teknisk keramik og plastkompositter.

▼ *Brudflader i testemne af stål.*



► *Vikling ved stuetemperatur af højtemperatur termoplastiske fiberkompositter på computerstyret vikle-maskine. De viklede emner sammen-smeltes og konsolideres i en efterfølgende autoklaveproces.*

**Materialeforskning styrket gennem centerdannelser.** Dansk forskning og udvikling inden for materialeområdet har fået et skub fremad med det materiale teknologiske udviklingsprogram. Risø's afdeling for Materialeforskning deltager i tre centre under dette program: Plastbaserede Kompositmaterialer, Pulvermetallurgi og Avanceret Teknisk Keramik. Endvidere deltager afdelingen i et rammeprogram om Polymermaterialers Struktur og Egenskaber. Afdelingens faglige indsats i projekterne er suppleret med, at ledelsen af to centre og rammeprogrammet varetages af seniorforskere fra afdelingen. Arbejdet udføres i tæt samarbejde med danske industrivirksomheder og har f.eks. indenfor teknisk keramik ført til udvikling af nye komponenter til pumper, der skal arbejde med korrosive væsker. I forbindelse med Risø's stærke engagement i det danske materialeteknologiprogram er der etableret et tæt projektsamarbejde mellem danske erhvervsvirksomheder og forskningslaboratorier.

**Internationalt engagement.** Risø's internationale virksomhed på materialeområdet er omfattende, og er i 1990 udvidet bl.a. gennem deltagelse i en række nye samarbejdsprogrammer inden for EF. Der er nu deltagelse i ialt 13 projekter inden for EF's materiale teknologiske programmer. I disse projekter er etableret et fast samarbej-





▼ Halvfabrikata til fremstilling af kulfiberforstærket termoplast. Der er to typer: Bredt tape af pre-preg og et klæde vævet af garn spundet af en kombination af kulfibre og termoplastiske fibre.

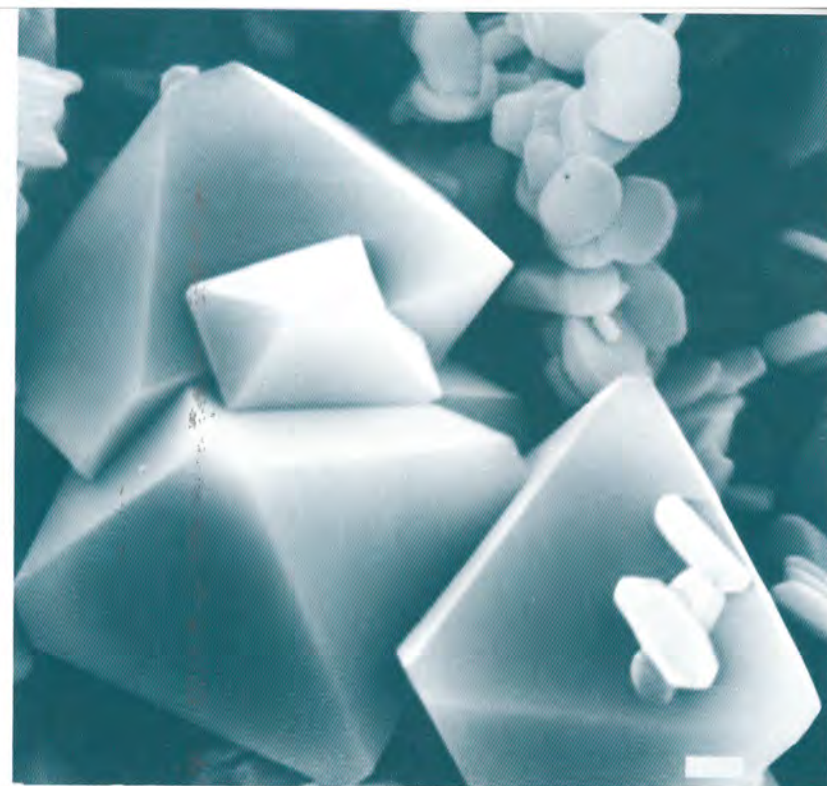
► Keramik kompositter forstærkes af små, pladeformede énkrystaller af alpha-alumina. Billedet er optaget fra et scanning elektronmikroskop. Forstørrelse ca. 10.000 ×.

de til mange europæiske virksomheder og forskningslaboratorier. Som et led i Risø's funktion som »brobygger« mellem dansk og international forskning er afholdt flere internationale møder på Risø. Især kan nævnes det 11. Risø Symposium inden for materialeforskning »Structural Ceramics – Processing, Microstructure and Properties« med 130 deltagere og god dansk repræsentation. Herudover er der holdt en sommerskole om termisk analyse.

#### Sikker og økonomisk anvendelse af avancerede materialer.

Materialeforskningen på Risø omfatter udvikling og undersøgelser af materialer og materialeteknologier med henblik på en sikker og økonomisk anvendelse af avancerede materialer. Som en integreret del af forskningen vurderes miljømæssige aspekter og materials genbrug. Indsatsen omfatter langsigtet forskning, design og prøvning samt materialeteknologi, og den retter sig imod forsknings-, energi- og industrisektoren, både i Danmark og internationalt.

**Nye materialer i Danmark kræver uddannelse.** En dansk satsning på udvikling af nye materialer må kombineres med en kvalificeret udvælgelse og anvendelse af importerede materialer. Forskning og udvikling må satse på udvalgte områder, men det er nødvendigt med



uddannelse over hele materialeområdet, så vi så hurtigt som muligt kan lære om de nye materialer. Af denne grund deltager Risø's afdeling for Materialeforskning i et konsortium (under lov nr. 271), der har til opgave at planlægge og udarbejde en omfattende, modulopbygget undervisning om både konventionelle og avancerede materialer. Undervisningen er beregnet for medarbejdere i dansk erhvervsliv.

**Overflademodifikation af polymerer.** Inden for polymer området er der blevet patenteret en proces til overflade modifikation. Ved hjælp af den nye overflade er det for eksempel muligt at gennemføre parallelsynteser af forskellige peptider med et højt udbytte og stor renhed. Opfindelsen tillader såvel isolering af de fremstillede peptider som permanent binding til overfladen, og den har skabt stor interesse både i forskningsverdenen og i industrien.

**Nye kemiske stoffer på bestilling.** Risø har sammen med RUC og Københavns Universitet oprettet forsknings- og udviklingsklubben MODECS. Det står for molekylær design af kemiske systemer, d.v.s. design og fremstilling af molekyler og molekylegrupper med bestemte, ønskede egenskaber eller funktioner. F.eks. molekyler der virker som sensorer til påvisning af nitrat eller tungmetaller. Et nyt synteselaboratorium på Risø kan fremstille de nye molekyler. Det nye pilotanlæg hertil blev færdigbygget i 1990 og er nu fuldt funktionsdygtigt. Flere virksomheder får allerede fremstillet mindre mængder af nye kemiske forbindelser på dette anlæg. Det gælder f.eks. stoffer som lægemidler og analysereagenser.



# Måleprincipper baseret på optisk signalbehandling

**Optiske sensorer gør umulige målinger mulige.** Optiske sensorer indgår i målesystemer, der fungerer ved hjælp af lys. Sensoren, der består af en sender, en modtager og en detektorenhed, har f.eks. gjort det muligt at måle de små variationer i rotationshastigheden på aksler i forbrændingsmotorer. Vibrationerne opstår, fordi cylindrene hver især bidrager en lille smule forskelligt til maskinens ydelse. Dette system udnyttes nu af bilfabrikerne Porche og Daimler. De optiske sensorer kan gøres kompakte og robuste og udnyttes i stigende grad i forskellige industrier, f.eks. proces- og instrumentindustrien, underholdningsindustrien og den grafiske industri. Risø deltager i et større industrielt samarbejdsprojekt vedrørende optoelektroniske sensorer. Flere produkter udviklet i projektet er allerede blevet markedsført.

I forbindelse med projektet har Risø forskere i 1990 demonstreret et koncept for den kombinerede anvendelse af optoelektroniske halvledere og holografisk optiske elementer. En optoelektronisk halvleder er en millimeter-stor laser, hvor en ganske svag elektrisk strøm, der passerer gennem en sandwich af halvlederkrystaller, direkte producerer laserlys. Denne type laser benyttes i elektroniske kredsløb, der så kan styre laserstrålen. De holografiske optiske elementer gør det muligt at fremstille de nødvendige komplicerede linse-

► *Holografisk optiske elementer baseret på dichromatiseret gelatine som lysfølsomt materiale giver et materiale med stor effektivitet. Billedet viser et lineært gitter, der erstatter et prisme til farveopdeling af lys.*

systemer på en ganske enkel og billig måde. Fremstiller man et hologram af en linse, vil det ligesom linsen samle lyset og kan dermed i mange tilfælde erstatte linsen. Desuden kan hologrammet »multiplexes«, dvs. at man kan optage flere ting på samme hologram og senere fremkalde dem på én gang. Det betyder, at sammensatte optiske systemer kan affotograferes på samme hologram. Bagefter er de omtrent lige så billige og lette at fremkalde og kopiere som et almindeligt lysbillede.

**Patenter på vej.** Risø har to patentansøgninger inden for optoelektroniske sensorer under udarbejdelse. En tredje patentansøgning vedrørende målinger i atmosfæren er indleveret i USA sammen med en amerikansk samarbejdspartner.

**Ny matematik forenkler beregninger af lys.** En ny matematisk metode udviklet og afprøvet på Risø gør det muligt på simpel vis at beregne optiske systemer. Hver enkelt linse eller prisme tillægges et talsæt, en matrix, og ved at gange disse talsæt sammen, kan virkningen af det samlede system beregnes. Metoden kan forbedre beregning og konstruktion af optiske målesystemer og er relevant for praktisk instrumentdesign, ligesom den kan give ny forståelse af naturlove for bølgeudbredelse.

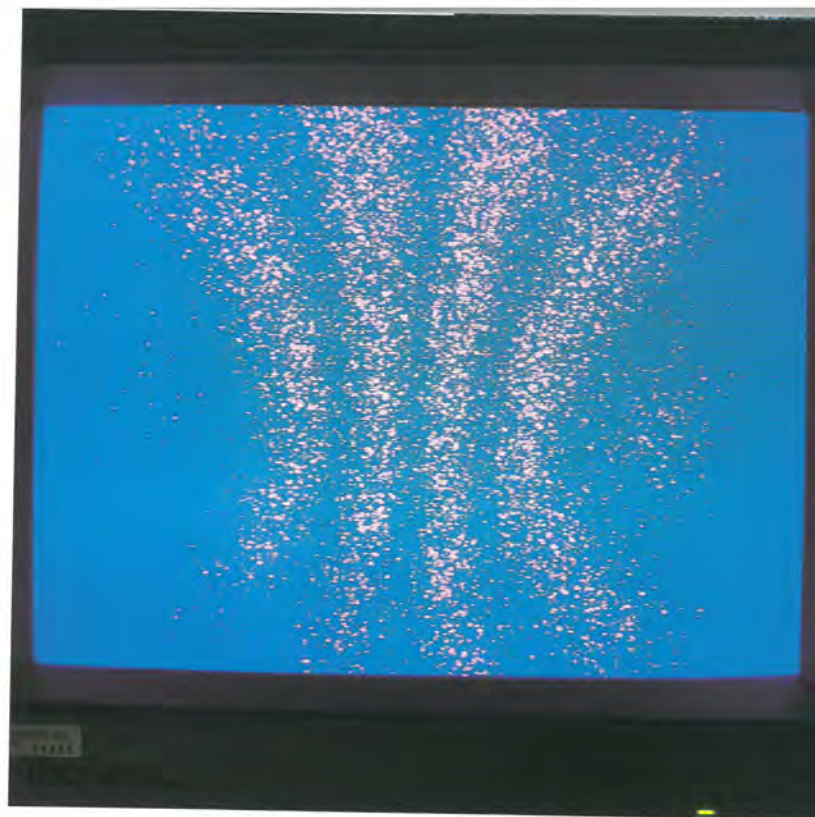




**Laserlys afslører vibrationer og deformationer.** En vigtig industriel anvendelse af de særlige egenskaber ved laserlys er måling af vibrationer og deformationer i mekaniske komponenter. Når en ru overflade belyses med laserlys, vil der opstå et mønster i den, et fænomen der kaldes speckel interferometri. Mønstret kan optages på film eller med et videokamera og benyttes til f.eks. at undersøge vibrationerne i en mekanisk komponent. Metoden undersøges nu nærmere med støtte fra STVF.

**Krystaller med indbygget speeder og bremse for lys.** Visse krystaller har den egenskab, at de ikke bryder kraftigt og svagt laserlys på samme måde. Fænomenet kaldes optisk ulinearitet og tiltrækker sig stor forskningsmæssig opmærksomhed. Optisk ulineære materialer kan f.eks. udnyttes på samme måde som en transistor, men arbejder langt hurtigere. Det danner basis for at udvikle optiske computere, der kan arbejde med meget større hastighed end en elektronisk computer.

En ulineær krystal kan også benyttes til parallelfordelt procesering; dvs. den kan forarbejde flere adskilte laserstråler på én gang, i modsætning til en transistor, som kun kan behandle ét signal ad gangen. Fordelen er selvsagt, at langt større informationsmængder kan behandles på meget kortere tid.



Man forventer sig meget af denne teknologi inden for billedbehandling og udvikling af robotsyn.

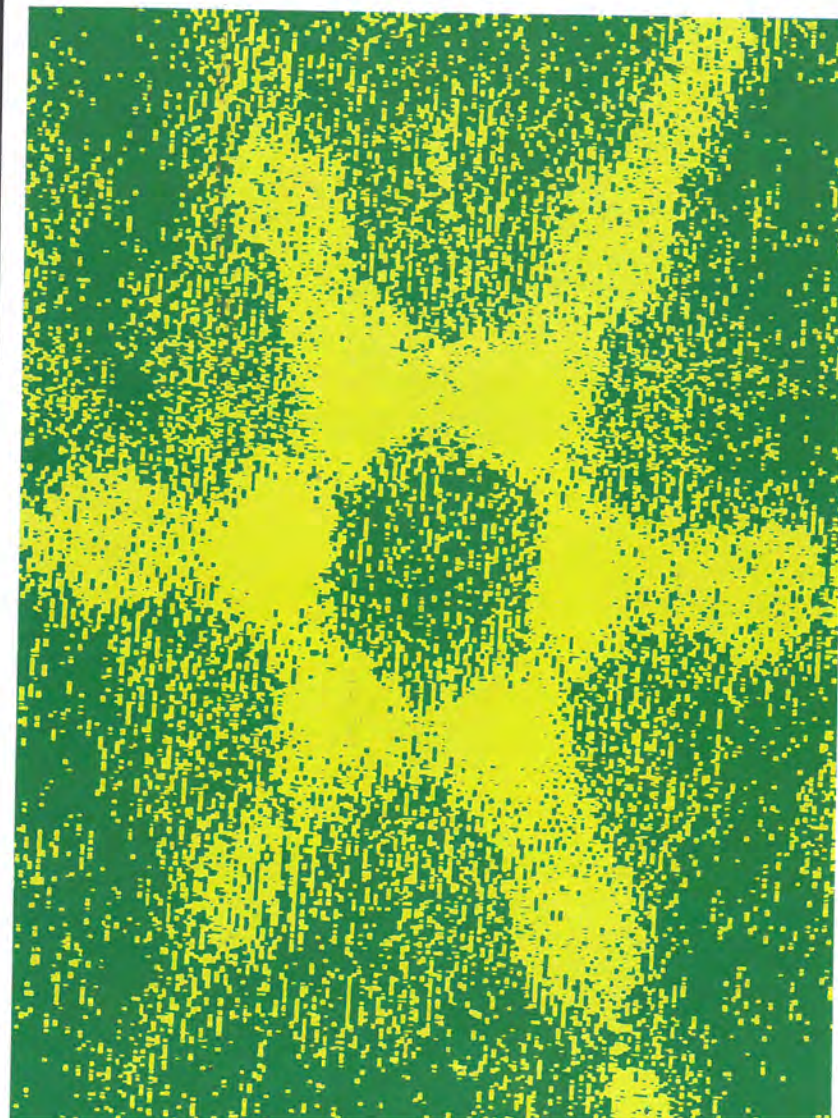
På Risø undersøger man de ulineære effekter i faste og flydende krystaller sammen med University of Oxford. Risøs undersøgelser sigter især mod billedbehandling og robotsyn.

**Robotter der kan se.** Normalt tænker man på et linsesystem som noget, der danner et billede af en genstand, men det kan opfattes mere abstrakt som noget, der omformer lyset fra genstanden efter en matematisk formel. Under passende omstændigheder svarer denne omformning til en såkaldt Fourier-transformation, der blandt andet har den egenskab, at resultatet er uafhængigt af, hvor »genstanden«

befinder sig. Denne metode har Risø forskere benyttet til at udvikle en form for robotsyn, der sætter en robot i stand til at skelne mellem forskellige genstande. Projektet, der løber under EF's ESPRIT program, skal nu danne grundlag for at bygge en prototype.

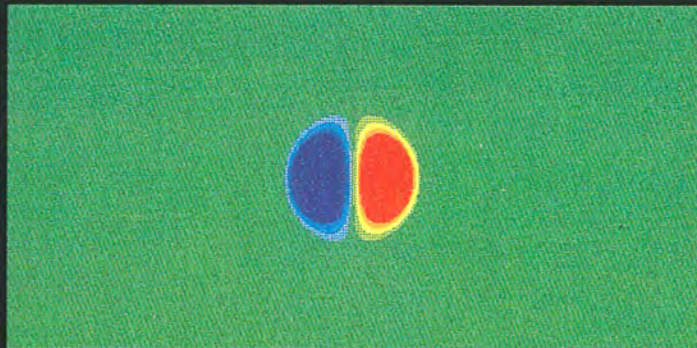
► I arbejdet med at give industrirobotter »syn«, udfører Risø komplicerede matematiske beregninger ved hjælp af laserlys og linser. Billedet viser et stykke trekantet hårdmetalværktøj, som det fremtræder efter at lyset fra dette stykke værktøj har gennemgået en såkaldt todimensional Fourier-transformation.

◀ Subtraktion af to billeder optaget med videokamera i laserlys gør det muligt at bestemme den udbøjning, et emne har undergået mellem optagelserne.

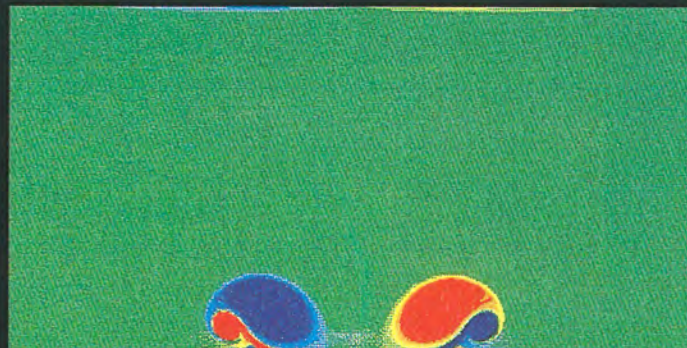




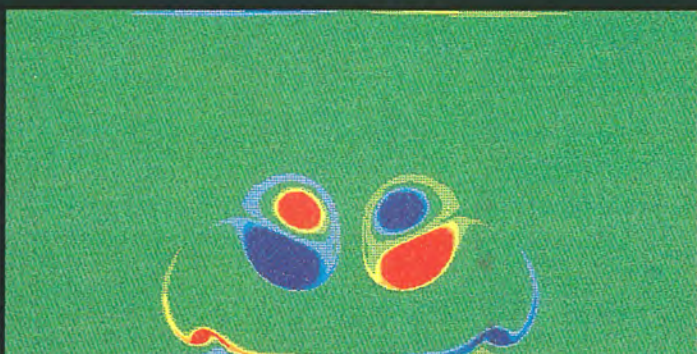
$T = 0.00$



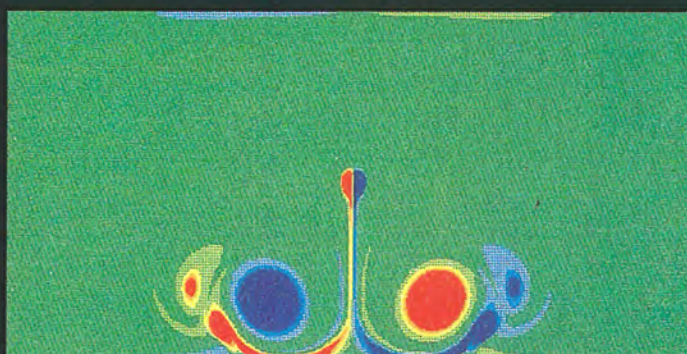
$T = 0.30$



$T = 0.60$



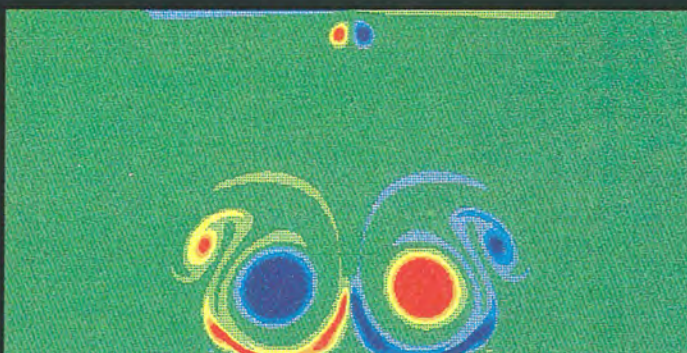
$T = 0.90$



$T = 1.20$



$T = 1.50$



◀ Computersimulering af sammenstødet mellem en dobbelthvirvel i en væske, en luftart eller et plasma og en fast væg. De blå og røde farver angiver hvirvelbevægelse med og mod uret. Ved sammenstødet sker en kraftig vekselvirkning mellem den indkomne dobbelthvirvel og grænselaget nær væggen. Efter en kompliceret proces dannes ud fra grænselaget en ny, lille dobbelthvirvel, som hurtigt bevæger sig væk fra væggen.

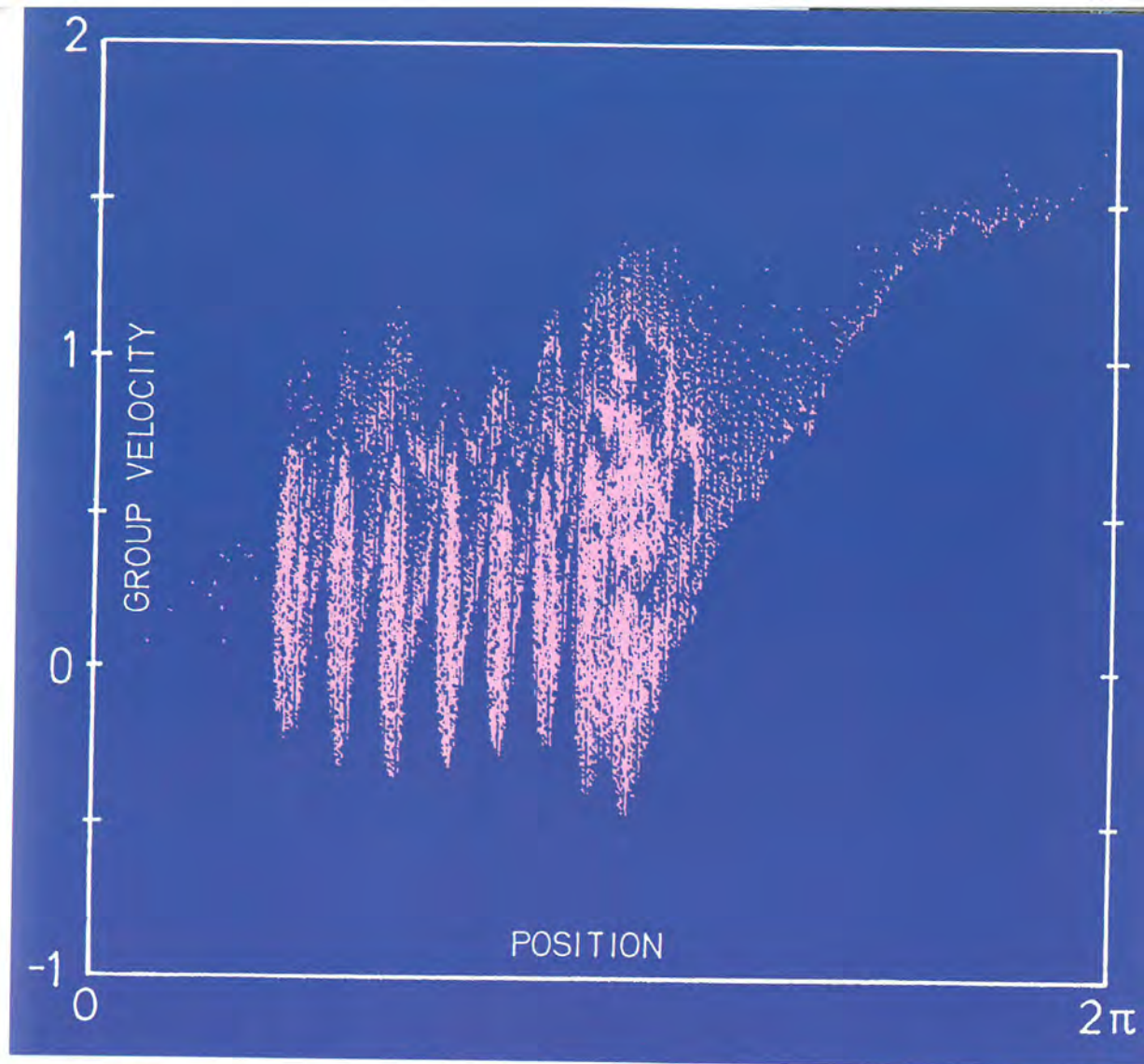
### Fluid dynamik og plasmafysik

**Fluid dynamik er læren om væskers og gassers strømning.** Afdelingen for Meteorologi og Vindenergi har et omfattende forskningsprogram, der dækker et bredt udsnit af fluid dynamikken, ikke mindst vedrørende geofysiske strømningsforhold og aerodynamik. Foruden den grundlæggende forskning har afdelingen et væsentligt anvendelsesorienteret program, der er knyttet til undersøgelser af vindenergiproduktion, udvikling af vinger til vindmøller samt luftbåren forurening. Risø's afdeling for Optik og Fluid Dynamik udfører en række basale undersøgelser på dette område, hvoraf meget er relevant for fusionsforskning.

**Bølger og hvirvler i væsker og gasser kan beregnes.** Risø forskere har i 1990 udviklet en ny model, som kan simulere en todimensional strømning. Disse modeller kræver mange og komplicerede beregninger, som er udført på Risø's store DN 10000 computer. Modellen har vist vej til grundlæggende hvirvelformer – kohærente strukturer –, ud fra hvilke den samlede strømning er bygget op.

Ud over dette arbejde er der udviklet en model for et uregelmæssigt, eller kaotisk, kraftigt bølgefelt i et plasma. Et plasma kan betragtes som en luftart bestående af elektrisk ladede partikler, ioner og elektroner. Modellen beskriver bøl-





gefeltet som en overlejring af mange små bølgepakker, der vekselvirker indbyrdes.

**Teori om turbulens forklarer fænomener i plasma.** Turbulens kendes fra dagligdagen som kraftige vindstød fra forskellige retninger. Fænomenet har stor betydning for spredning af forurening og dimensionering af broer og bygninger, så de kan modstå storm. Des-

uden kan turbulensstudier give vigtige bidrag til at forstå plasmafysiske fænomener, ionosfæreforhold, astrofysik mv. Det kan overraske, at man kan finde lovmæssigheder i et så kaotisk forløb, som en turbulent strøm er, men der er påvist flere. Risø råder over en såkaldt Q-maskine, hvor plasma kan varmes op til godt to tusinde grader. Et plasma kan som nævnt betragtes som en luftart bestående af elektrisk ladede partikler, ioner og

elektroner, og de dynamiske egenskaber af stof i denne tilstandsform er stærkt påvirkede af elektriske og magnetiske kræfter. I Q-maskinen er turbulente fluktuationer undersøgt med en ny metode baseret på såkaldt betinget sampling. Eksistensen af langlivede grundlæggende hvirvelformer – kohærente strukturer – er påvist. Disse strukturer har stor indflydelse på forholdene i plasmaet.

Metoder baseret på betinget sampling hænger nøje sammen med nye modeller baseret på identifikation af kohærente strukturer.

**Fusionsforskning.** I en fusionsreaktor produceres energi efter samme princip som i solen – ved temperaturer på mange millioner grader, hvor alt stof befinder sig i plasmatilstanden. Som brændstof benyttes to brintisotoper, deuterium og tritium. Tritium findes ikke i naturen, men det kan fremstilles af det meget udbredte grundstof lithium. Fusionsenergi kan således – når teknologien er udviklet – sikre verdens energiforsyning i årtusinder. Risø deltager i det fælleseuropæiske fusionsforskningsprojekt JET i England. Risø bidrager særligt med viden om tilførsel af brændstof og viden om plasmafysik. I 1990 har Risø udarbejdet en større redegørelse for vekselvirkningen mellem plasma og deuterium-

piller. En fusionsreaktor kan tilføres brændstof ved at skyde piller af frossen deuterium ind i plasmaet. Risø har udført eksperimentelle undersøgelser af deuteriumoverflader ved ionbestråling, og nye forhold vedrørende både processer i pillen og pillens afgivelse af stof er påvist. I forbindelse med fusionsaktiviteter er det påvist, at beregninger baseret på de af et magnetfelt afledte tryk- og trækkræfter kan benyttes til en meget simpel udledning af fysiske forhold i plasmaet. I forbindelse med den praktiske udnyttelse af fusionsenergien er Risø involveret i undersøgelser af avancerede kobber-materialer. Af speci- el interesse er her bestrålingsbeskadigelse under brug, specielt ændring i de mekaniske egenskaber.

**Risø udstyr til brændstofinjektion i fusionsreaktorer.** Som et resultat af Risøs mangeårige arbejde med brændstofftilførsel til fusionsreaktorer i form af injektion af deuteriumpiller, er der indgået en kontrakt med Holland om levering af et pilleinjektionsudstyr. Et tilbud på en omfattende leverance til Italien er under udarbejdelse.





## **Faststoffysik**

Forskningen i Afdelingen for Faststoffysik tager udgangspunkt i udnyttelsen af neutronstråling og synkrotronstråling til grundlæggende studier af materialers struktur og egenskaber på atomart niveau. Denne grundlæggende forskning finder stadig større anvendelse inden for fysik, kemi, biologi samt materialeforskning med teknologiske perspektiver. Studierne af overflader og grænseflader indgår som et væsentligt led i udviklingen af materialer.

### *Forskningstemaerne er:*

- Magnetisme, superledning og kernemagnetisme
- Overfladereaktioner
- Stoffers atomare struktur
- Superleder film
- Væskeoverflader, tynde film og grænseflader

## **Forbrændingsforskning**

Forbrændingsforskningen skal bidrage til det videnskabelige og teknologiske underlag for den fortsatte udvikling af dansk industri- og kraftvarmeproduktion i retning af bedre energiøkonomi og færre miljøbelastninger. Til det formål koncentrerer Afdelingen for Forbrændingsforskning sig om forbrændingssystemer og forbrændingskemi. Det første med hovedvægt på

anvendt forskning i tryksatte forbrændings- og forgasningssystemer. Det andet med hovedvægt på grundlæggende forskning i forbrændingskemiske reaktioner og brændselskarakterisering. Risø's forbrændingsforskning indgår både i EFP og i EF's JOULE-program i samarbejde med danske elværker og dansk kedelindustri.

### *Forskningstemaerne er:*

- Avanceret brændselskarakterisering
- Forbrændingskemiske reaktioner
- Tryksatte forbrændingssystemer
- Tryksatte forgasningssystemer

## **Materialeforskning**

Sigtet med forskningen i Afdelingen for Materialeforskning er at udvikle og undersøge materialer og materialeteknologier, der tillader en økonomisk og sikker anvendelse af avancerede materialer. Aktiviteterne omfatter langsigtet forskning, design og prøvning samt materialeteknologi, og den retter sig imod energi- og industrisektoren.

### *Forskningstemaerne er:*

#### *Materialeforskning:*

- Modeller, struktur og egenskaber
- Metalliske kompositmaterialer

- Polymerers struktur og egenskaber
- Strålingsbeskadigelse og fusionsmaterialer

### *Design og prøvning:*

- Mekanisk design og prøvning

### *Materialeteknologi:*

- Pulvermetallurgi
- Polymerkompositter
- Keramiske materialer
- Samlingsmetoder
- Brændselsceller

## **Meteorologi og Vindenergi**

Tyngden i Meteorologi- og Vindenergiafdelingens arbejde ligger indenfor vindkraftteknologi. Arbejdet omfatter alle aspekter af vindenergiforskning, såsom vindressourcer, aerodynamik, systemmodellering og system implementering.

En væsentlig del af dette arbejde foregår på Prøvestationen for Vindmøller, der desuden gennem sin varetagelse af typegodkendelse af vindmøller for Energistyrelsen kanaliserer resultaterne til den danske vindmølleindustri. Afdelingen har gennem mange år oparbejdet en særlig ekspertise inden for grænselagsmeteorologi, d.v.s. studiet af forhold og fænomener i de nederste tre kilometer af atmosfæren, grænselaget mellem jorden og den øvre atmosfære.



Grænselagsmeteorologiens muligheder for at beskrive luftstrømninger danner især grundlag for afdelingens arbejde med luftforureningsmeteorologi, dvs. studier i spredning af stoffer, der frigøres til atmosfæren, f.eks. fra industri og produktion. Disse studier foregår til dels inden for rammerne af forskellige tværinstitutionelle forskningsprojekter, herunder DCAR med Risø og Danmarks Miljøundersøgelser som de drivende kræfter.

*Forskningstemaerne er:*

- Aerodynamik
- Grænselagsmeteorologi
- Luftforureningsmeteorologi
- Prøvnings- og måleteknik
- Vindkraftteknologi
- Vindpåvirkning
- Vindressourcer (vindatlas)

### Miljøforskning

Afdelingen for Miljøforskning kombinerer biologisk, fysisk, kemisk og økologisk ekspertise. På energi- og industrisiden studerer afdelingen det atmosfæriske miljø samt økologi og stofkredsløb. Målet er at levere det nødvendige videnskabelige grundlag til begrænsning af forureningen. Forskningen vedrørende behandling af affald fra energi- og industriproduktion er rettet mod at finde nye metoder til

rensning og deponering af forurennet jord, kemisk nedbrydning af urenheder i spildevand og kontrol med frigørelse af giftige stoffer fra affaldsprodukter. Særlige forskningsområder er radioaktive stoffers omsætning og vandring i miljøet, tungmetallers opførsel i miljøet, forurening og rensning af byområder samt forureningens giftvirkninger på levende organismer. Denne ekspertise indgår i myndighedernes videnberedskab med hensyn til radioaktiv forurening af miljøet. På planteproduktionssiden beskæftiger afdelingen sig med planternes næringsstofudnyttelse, bioteknologi og planteformodling. Sigtet er at udvikle kulturplanter, der kan produceres med mindre forbrug af kemiske bekæmpelsesmidler og handelsgodning. Afdelingen deltager i Det Biotechnologiske Forskningsprogram og samarbejder med planteforædlingsindustrien og den kemiske industri, ligesom en del projekter finansieres med støtte fra nationale og internationale programmer.

*Forskningstemaerne er:*

- Affaldsbehandling og affaldsdeponering
- Atmosfærisk miljø
- Næringsstofkredsløb
- Planteformodling og bioteknologi
- Økologi og stofkredsløb

### Nuklear Sikkerhedsforskning

Afdelingen for Nuklear Sikkerhedsforskning samler Risøs forpligtelser på det nukleare område. Afdelingen bistår Civilforsvarsstyrelsen ved uheld med kernekraft. Afdelingens ekspertise i helsefysik og reaktorfysik skal desuden sikre driften af Risøs egne nukleare anlæg. Afdelingen står for behandling af radioaktive stoffer og modtager og opbevarer brugte radioaktive stoffer og materialer, f.eks. isotoper, fra danske hospitaler og industrivirksomheder. Endelig driver afdelingen undervisningsreaktoren DR1, der danner rammen om en betydelig formidling af viden om reaktorfysik og helsefysik til gymnasier og højere læreanstalter, herunder DTH, RUC og universiteterne i København og Lund.

*Forskningstemaerne er:*

- Helsefysik
- Helsefysisk konsekvensanalyse og beredskab
- Instrument- og metodeudvikling
- Radioaktivt affald
- Reaktorsikkerhed og videnberedskab
- Strålingsdosimetri
- Strålingsovervågning

### Optik og Fluid Dynamik

Afdelingen for Optik og Fluid Dynamik har som mål at udføre

grundvidenskabelig og anvendt forskning i lys-stof vekselvirkning, fluid-dynamiske systemer og plasmafysik. Arbejdet omfatter også udvikling af metoder og udstyr, ofte i samarbejde med andre forskergrupper og industrivirksomheder. Resultaterne er væsentlige for forståelse og anvendelse af systemer, hvor væskers og gassers dynamik spiller en væsentlig rolle, f.eks. energiproduktion og for forståelsen af miljøproblemer.

*Forskningstemaerne er:*

- Diagnostik og optiske sensorer
- Fusion
- Holografisk optiske elementer
- Neurale netværk
- Optisk signal- og informationsbehandling
- Plasmafysik
- Turbulens

### Systemanalyse

Afdelingen for Systemanalyse arbejder med tre emnegrupper, nemlig energisystemanalyse, risikoanalyse og kognitive systemer, hvis samtlige perspektiv er den stigende kompleksitet i vekselvirkningen mellem energi, industri, miljø, økonomi og samfund. Energisystemanalyse er forskning vedrørende opstilling af teknisk/økonomiske modeller til brug ved integreret energi- og miljøplanlægning og evaluering af energi- og miljøteknologi.

Inden for risikoanalyse fokuserer man på forskning vedrørende pålidelighed, konsekvensmodellering og risikomanagement. Hensigten er især at sætte industri- og energiproduktionsanlæg i stand til at indfri de stigende krav til sikkerhed og pålidelighed, samt at forbedre disse anlæg, så følgerne af uheld afbødes mest muligt. Arbejdsområdet for forskningen i kognitive systemer er at raffinere informationsteknologien, som benyttes til kommunikation og beslutningstagning i virksomheder og organisationer. Den kognitive forskning har desuden som mål at afklare det videnskabelige grundlag for design af informationssystemer, der er fejltolerante og genomsigtige for brugeren, og som kan understøtte kooperativt arbejde. Endelig rummer afdelingen UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment oprettet under FN's miljøprogram UNEP. Centret skal styrke UNEP's indsats på energiområdet, som især fokuserer på at fremme integration af miljøhensyn i energiplanlægning og energipolitik i udviklingslandene.

*Forskningstemaerne er:*

- Analyser af energi- og miljøteknologi
- Energi- og miljømodellering
- Kognitiv modellering
- Kognitiv systemdesign
- Konsekvensmodellering
- Pålidelighed
- Risikomanagement



## ***Bagland til forskning af international standard***

Risø råder over en række faciliteter og støttefunktioner, som er medvirkende til at fastholde en status som forskningscenter af international klasse. Disse faciliteters brede anvendelse fremgår mange steder i nærværende årsberetning.

## ***DR 3 – første europæiske forskningsreaktor med lavt beriget uran***

I december 1990 skiftede Risø forskningsreaktor DR 3 over til drift med en kerne bestående af lavt berigede brændselelementer. Dette uran kan ikke bruges i kernevåben og overgangen til lavt beriget uran fjerner derfor risikoen for misbrug af nukleart materiale.

Kravet om konvertering af verdens ca. 300 forsknings- og testreaktorer blev fremsat af en komité nedsat som følge af stormagternes aftale om ikke-spredning af atomvåben. Siden 1977 er der arbejdet intenst i internationalt regi for at gennemføre denne overgang. Risø har deltaget i dette internationale samarbejde siden 1979.

Som den første forskningsreaktor i Europa der har konverteret til lavt beriget uran, og en af de første i verden, har DR 3 vakt megen op-



◀ *Forskningsreaktor DR3 er som den første europæiske forskningsreaktor skiftet over til drift med en kerne bestående af lavt beriget uran.*

mærksomhed i internationalt forskningsreaktorregi. Risø's metoder og resultater følges med stor interesse, og der er bestræbelser igang for at placere en international konference på Risø i 1992. IAEA i Wien har bedt Risø medvirke ved udarbejdelsen af internationale normer for forskningsreaktorer.

## ***Isotoplaboratoriet***

Isotoplaboratoriets overordnede formål er at forestå Risø's siliciumproduktion samt isotopproduktion og isotopleverancer. Isotoplaboratoriets egen forskningsindsats er centreret om neutronaktiveringsanalyse, hvor neutronstrålers påvirkning af atomer benyttes til identifikation og mængdemåling af grundstoffer. Men der drives tillige målrettet isotopteknisk forskning og udvikling, der kan forbedre kvaliteten af laboratoriets ydelser til eksterne samarbejdspartnere og kunder.

**Halvledere til hele verden.** Et treårigt projekt er påbegyndt i samarbejde med Det Fysiske Institut, Århus Universitet, og Topsil Semiconductor Materials i Frederikssund. Projektet er et led i Det Materiale teknologiske Udviklingsprogram og støttes af Statens teknisk-videnskabelige Forskningsråd. En



række bestrålinger af silicium med høj resistivitet er udført med henblik på at studere indflydelsen af neutronspektrum og bestrålingstemperatur på egenskaber af betydning for anvendelsen af NTD-Silicium som detektormateriale.

▼ *Germanium detektor og mangelkanalanalysator til brug ved bestemmelse af grundstoffer ved neutronaktiveringsanalyse.*



### **Afdelingen for Elektronik og Mekanik**

Denne afdeling arbejder for Risø forskningsafdelinger med at udvikle elektronisk og mekanisk forsøgsudstyr og instrumentering i de mange tilfælde, hvor udstyret ikke kan købes. Desuden står afdelingen for at vedligeholde Risø elektroniske udstyr og yder teknisk assistance ved køb af nyt. Drift og vedligeholdelse af Risø centrale datamater og kommunikationsnetværk hø-

rer sammen med teknisk assistance også ind under afdelingens arbejde. Endelig indkøber og forvalter afdelingen apparatur for statens 6 forskningsråd i samarbejde med Undervisningsministeriets forskningsafdeling.

**Nye instrumenter til neutronforskning.** I 1990 har afdelingen udskiftet en stor del af instrumenterne til neutronspektrometrene ved forskningsreaktor DR3. Der er udviklet en ny billeddannende neutron-detektor og et meget nøjagtigt temperaturreguleringsystem. Endelig er der installeret nye styresystemer bygget op omkring minidatamater koblet til Risø datamatnet.

**Udstyr til at producere bedre halvledere.** Afdelingen har konstrueret et nyt anlæg til bestråling af silicium, så det omdannes til halvledermateriale. Processen foregår nu automatisk og giver en hidtil uset ensartethed og nøjagtighed i fabrikationen.

**Højhastigheds datakommunikation mellem forskningsinstitutioner.** Risø datamatnet er i 1990 blevet fuldt udbygget, og der er oprettet højhastighedsforbindelser til andre forskningsinstitutioner i ind- og udland. På datamatnettet er der installeret en central pc-server, som stiller en række standardprogrammer til rådighed for alle Risø medarbejdere.



### **Risø Bibliotek**

Risø Bibliotek yder informations- og dokumentationsservice til Risø medarbejdere. Biblioteket kan også benyttes af enkeltpersoner, myndigheder, institutioner, virksomheder og andre biblioteker.

Samlingerne omfatter 270.000 bind og løbende abonnement på 1460 teknisk/naturvidenskabelige tidsskrifter. Hertil kommer en samling på ca. 500.000 rapporter fra hele verden. Biblioteket har al væsentlig dansk energilitteratur udgivet siden 1981, herunder projektrapporter fra Energiministeriets Energiforskningsprogram EFP.

Bibliotekets service omfatter søgning i internationale databaser inden for alle Risø fagområder.

Risø Bibliotek varetager projektledelsen for DANDOKbasen, en central, dansk forskningsdatabase etableret af DANDOK (Statens udvalg for videnskabelig og teknisk information og dokumentation).

For Energiministeriet indsamler biblioteket systematisk energilitteratur udgivet i Danmark, samt beskrivelser af danske energiforskningsprojekter. Efter indeksering og edb-registrering indgår informationerne i internationale databaser, hvorved viden om danske forsknings- og udviklingsresultater udvides. Til gengæld for det danske bidrag til databaserne får dansk forskning og erhvervsliv ret til at bruge disse internationale databaser.



række bestrålinger af silicium med høj resistivitet er udført med henblik på at studere indflydelsen af neutronspektrum og bestrålingstemperatur på egenskaber af betydning for anvendelsen af NTD-Silicium som detektormateriale.

▼ *Germanium detektor og manganalanalysator til brug ved bestemmelse af grundstoffer ved neutronaktiveringsanalyse.*

### **Afdelingen for Elektronik og Mekanik**

Denne afdeling arbejder for Risø forskningsafdelinger med at udvikle elektronisk og mekanisk forsøgsudstyr og instrumentering i de mange tilfælde, hvor udstyret ikke kan købes. Desuden står afdelingen for at vedligeholde Risø elektroniske udstyr og yder teknisk assistance ved køb af nyt. Drift og vedligeholdelse af Risø centrale datamater og kommunikationsnetværk hø-

rer sammen med teknisk assistance også ind under afdelingens arbejde. Endelig indkøber og forvalter afdelingen apparatur for statens 6 forskningsråd i samarbejde med Undervisningsministeriets forskningsafdeling.

**Nye instrumenter til neutronforskning.** I 1990 har afdelingen udskiftet en stor del af instrumenterne til neutronspektrometrene ved forskningsreaktor DR3. Der er udviklet en ny billeddannende neutron-detektor og et meget nøjagtigt temperaturreguleringssystem. Endelig er der installeret nye styresystemer bygget op omkring minidatamater koblet til Risø datamatnet.

**Udstyr til at producere bedre halvledere.** Afdelingen har konstrueret et nyt anlæg til bestråling af silicium, så det omdannes til halvledermateriale. Processen foregår nu automatisk og giver en hidtil uset ensartethed og nøjagtighed i fabrikationen.

**Højhastigheds datakommunikation mellem forskningsinstitutioner.** Risø datamatnet er i 1990 blevet fuldt udbygget, og der er oprettet højhastighedsforbindelser til andre forskningsinstitutioner i ind- og udland. På datamatnettet er der installeret en central pc-server, som stiller en række standardprogrammer til rådighed for alle Risø medarbejdere.



### **Risø Bibliotek**

Risø Bibliotek yder informations- og dokumentationsservice til Risø medarbejdere. Biblioteket kan også benyttes af enkeltpersoner, myndigheder, institutioner, virksomheder og andre biblioteker.

Samlingerne omfatter 270.000 bind og løbende abonnement på 1460 teknisk/naturvidenskabelige tidsskrifter. Hertil kommer en samling på ca. 500.000 rapporter fra hele verden. Biblioteket har al væsentlig dansk energilitteratur udgivet siden 1981, herunder projektrapporter fra Energiministeriets Energiforskningsprogram EFP.

Bibliotekets service omfatter søgning i internationale databaser inden for alle Risø fagområder.

Risø Bibliotek varetager projektledelsen for DANDOKbasen, en central, dansk forskningsdatabase etableret af DANDOK (Statens udvalg for videnskabelig og teknisk information og dokumentation).

For Energiministeriet indsamler biblioteket systematisk energilitteratur udgivet i Danmark, samt beskrivelser af danske energiforskningsprojekter. Efter indeksering og edb-registrering indgår informationerne i internationale databaser, hvorved viden om danske forsknings- og udviklingsresultater udbre-des. Til gengæld for det danske bidrag til databaserne får dansk forskning og erhvervsliv ret til at bruge disse internationale databaser.





# Personalet og organisationen

## Bestyrelse

Direktør Hans Werdelin  
Sophus Berendsen A/S  
*Formand*

Professor, dr.phil.  
Hans Henrik Andersen  
Københavns Universitet  
*Næstformand*

Departementschef Leo Bjørnskov  
Miljøministeriet

Lic.techn.  
Morten Eldrup  
Forskningscenter Risø

Fællestillidsmand John Kjølner  
Forskningscenter Risø

Direktør Peder Olesen Larsen  
Undervisningsministeriet, Forskningsafdelingen

Departementschef Michael Lunn  
Energiministeriet (til feb. 91), kst.  
departementschef Søren Skafte,  
Energiministeriet (fra feb. 91)

Sekretær Bent Nielsen  
Landsorganisationen

Chefkonsulent Lillian Reesen  
PA Consulting Group A/S

Afdelingschef Ib Skovgaard  
De Danske Landboforeninger

Kommitteret  
Hans von Bülow  
Energiministeriet  
*Tilforordnet bestyrelsen*

Cand.jur. Lisbeth Grønberg  
Forskningscenter Risø  
*Bestyrelsens sekretær*

## Direktion

Dr.phil. Hans Bjerrum Møller  
*Administrerende direktør*

Dr.ing. Klaus Singer  
*Sikkerhedsdirektør*

Lic.techn. Jørgen Kjems  
*Forskningsdirektør*

Civ.ing. Peter Stranddorf  
*Teknisk direktør*

## Stabsfunktioner

Cand.jur. Lisbeth Grønberg  
*Direktionssekretær*

Cand.scient.  
Leif Sønderberg Petersen  
*Informationschef*

## Afdelinger mv.

Bibliotek  
*Overbibliotekar Birgit Pedersen*

Elektronik og Mekanik  
*Ingeniør Erik Kristensen*

Faststoffysik  
*Dr.phil. Jens Als-Nielsen*

Forbrændingsforskning  
*Vakant*

Forskningsreaktor DR3  
*Civ.ing. Heinz Floto*

Indkøbskontor  
*Indkøbschef Gunnar Wind*

Isotoplaboratorium  
*Dr. techn. Kaj Heydorn*

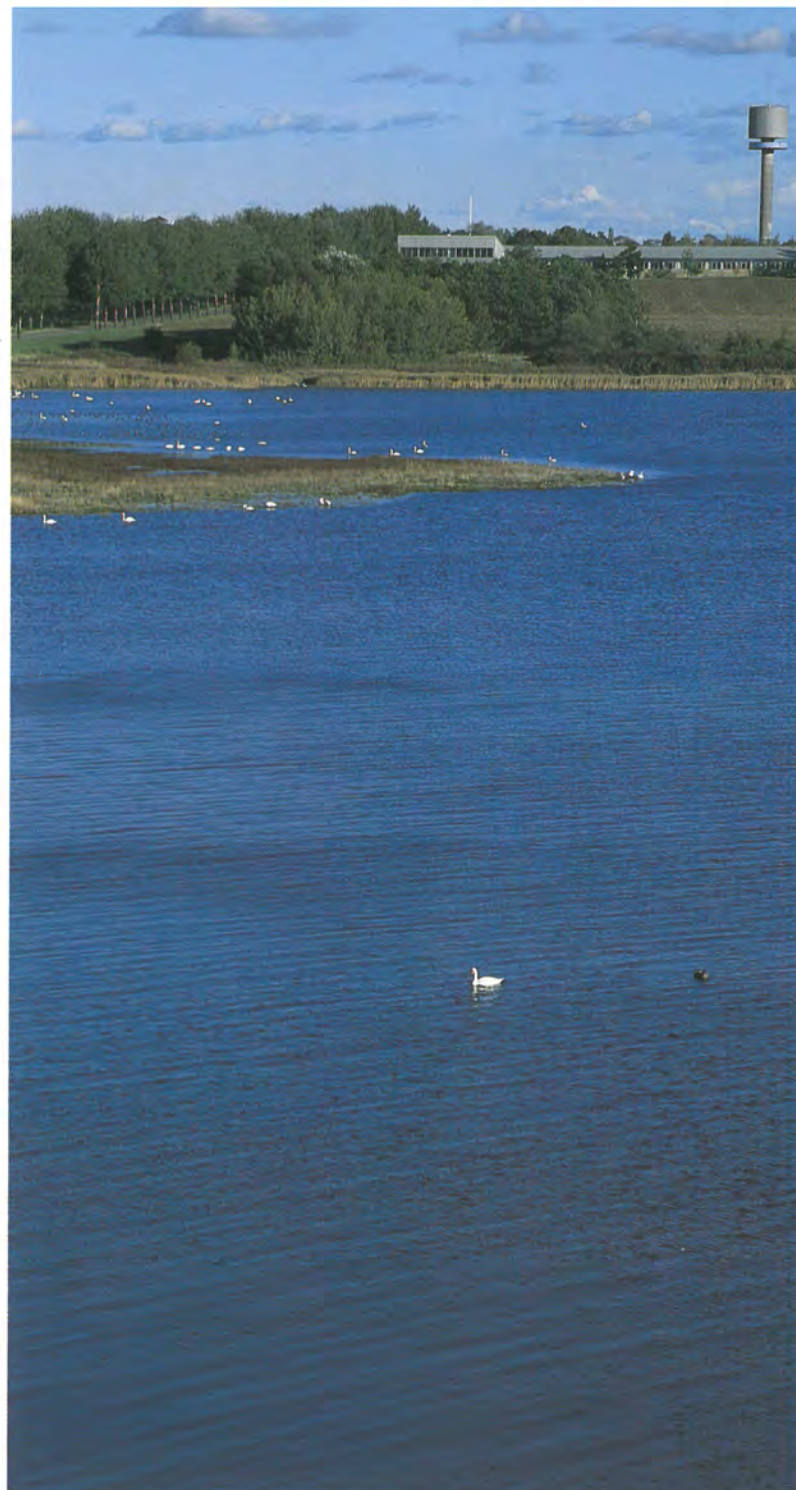
Materialeforskning  
*Dr. techn. Niels Hansen*

Meteorologi og Vindenergi  
*Lic.techn. Erik Lundtang Petersen*

Miljøforskning  
*Cand.scient. Arne Jensen*

Nuklear Sikkerhedsforskning  
*Civ.ing. Frits Heikel Vinther (konst.)*

Optik og Fluid Dynamik  
*Civ.ing. Lars Lading*





# Personaleudviklingen på Risø 1980 - 1990:

Personalekontor  
Personalechef Jarl Bregninge

Sikkerhedstjeneste  
Ingeniør Arne Sørensen

Systemanalyse  
Lic.techn. Hans Larsen


Teknisk Afdeling  
Ingeniør Freddy Mortensen

Økonomikontor  
Økonomichef Steen Borger

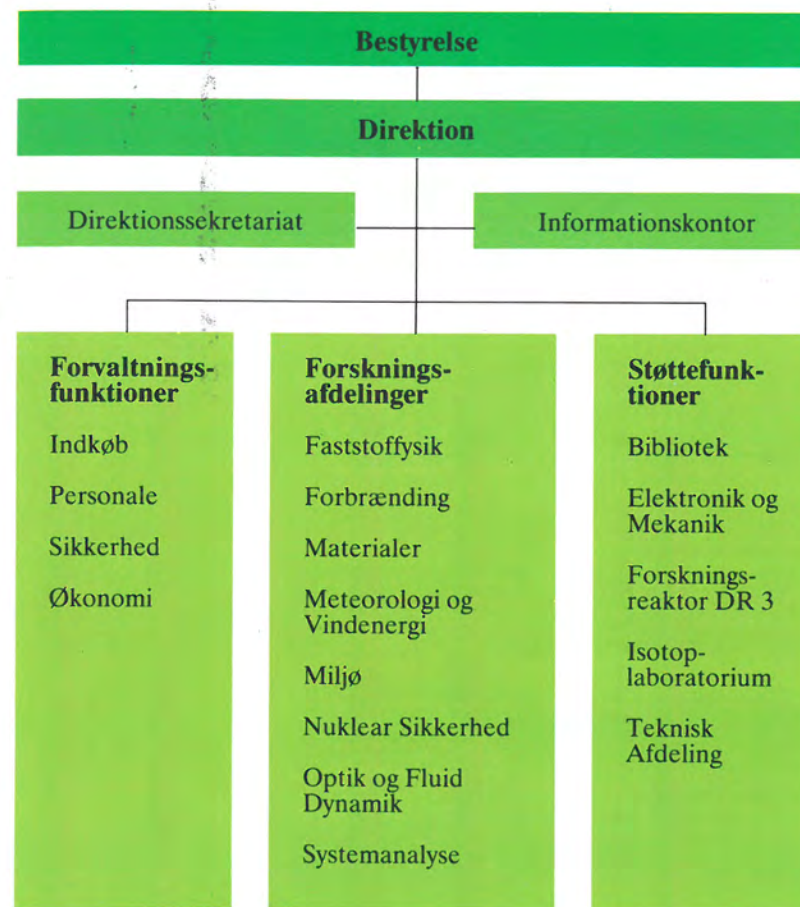
**Ph.D graden**  
Følgende har opnået Ph.D graden i 1990:

Solveig Krogh Christiansen, fra Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.  
Karsten Kragh, fra Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.  
Jesper Valentin Christiansen, fra Roskilde Universitetscenter.  
Lars Gråbæk, fra Københavns Universitet.  
Torben Lorentzen, fra Aalborg Universitetscenter.

	1980	1982	1984	1986	1988	1990
<b>Stillinger finansieret via finansloven</b>						
Akademisk personale	202	206	204	195	193	181
Teknisk/administrativt personale	571	560	536	503	470	427
Licentiater	24	24	24	24	24	24
Lærlinge	36	45	50	44	48	51
<b>Stillinger finansieret ved kontraktindtægter</b>						
Akademisk personale	43	76	88	110	123	127
Teknisk/administrativt personale	28	47	67	97	131	147
<b>Total</b>	<b>904</b>	<b>958</b>	<b>969</b>	<b>973</b>	<b>989</b>	<b>957</b>



# Organisation

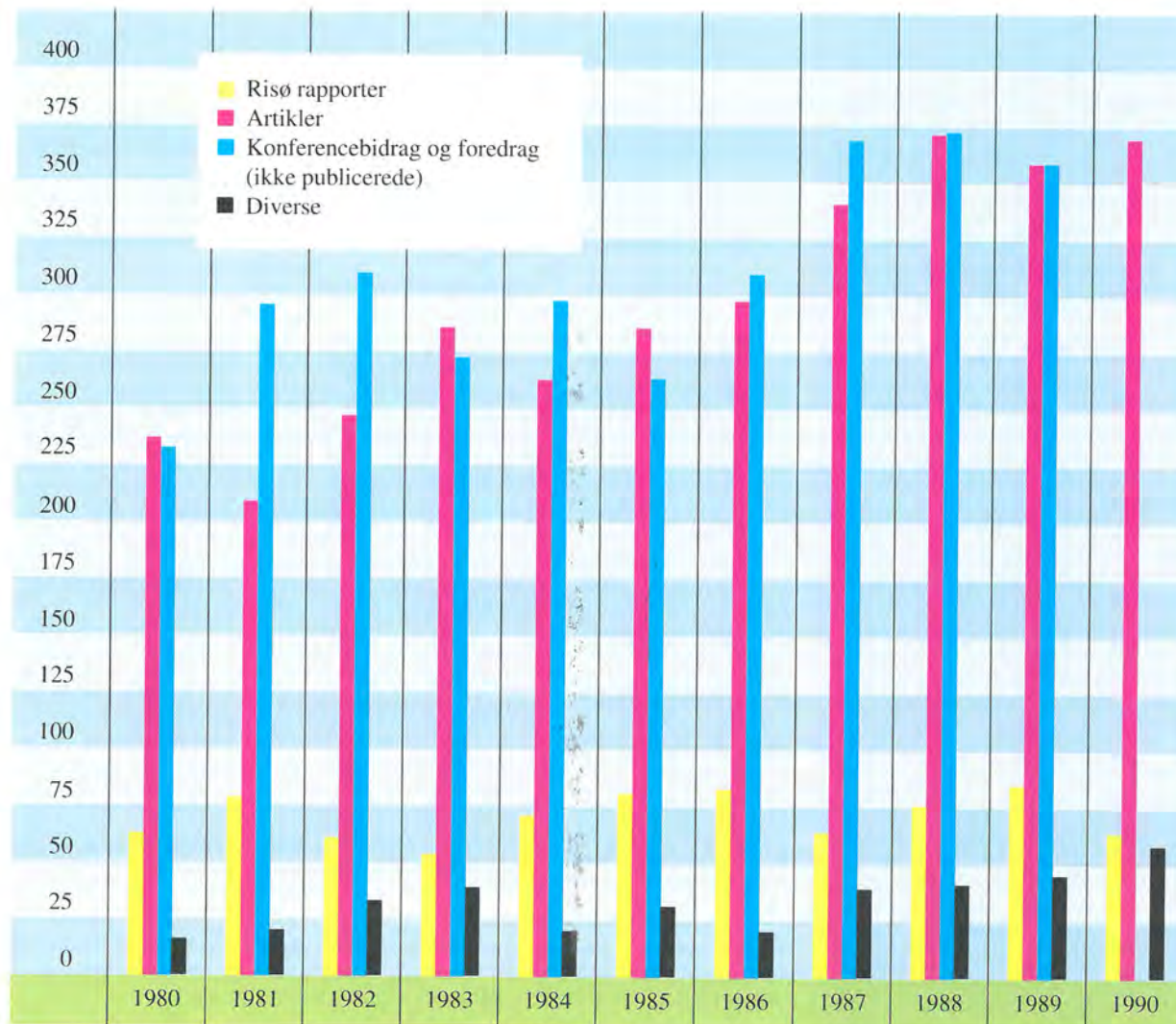


Konstruktionsafdelingen er i 1990 ophørt som en selvstændig afdeling. Funktionerne er lagt ind under Elektronikafdelingen og Teknisk Forvaltning. Disse afdelinger har samtidig ændret navne til henholdsvis Afdelingen for Elektronik og Mekanik og Teknisk Afdeling.



# Publikationer udgivet i perioden 1980-1990

Opgørelse af konferen-  
cebidrag og foredrag  
(ikke publicerede) er  
ophørt efter 1989.



## Publikationerne Energi

Aagaard Madsen, H., Measured airfoil characteristics of three blade segments on a 19 M HAWT rotor. Risø-M-2826 (1990) 21 p.

Aagaard Madsen, H., Some results on an integrated rotor and wake flow model. I: Implementing agreement for a programme of research and development on wind energy conversion systems. Annex XI: Base technology information exchange. Proceedings. 3. IEA Symposium on the aerodynamics of wind turbines, Harwell, 16-17 Nov 1989. McAnulty, K.F. (ed.), ETSU-N-117 (1990) 7 p.

Aagaard Madsen, H.; Markkilde Petersen, S., Wind turbine test Tellus T-1995,95 kW. Risø-M-2761 (1990) 76 p.

Aagaard Madsen, H.; Schmidt Paulsen, U., An integrated rotor and turbulent wake model compared with experiment. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 269-273

Aagaard Madsen, H.; Rasmussen, F., Measured airfoil characteristics of three blade segments on a 19 M HAWT rotor. I: Implementing agreement for a programme of research and development on wind energy conversion systems. Annex XI: Base technology information exchange. Proceedings. 3. IEA Symposium on the aerodynamics of wind turbines, Harwell, 16-17 Nov 1989. McAnulty, K.F. (ed.), ETSU-N-117 (1990) 13 p.

Antoniou, I.; Friis Pedersen, T., Flow visualization on stall-regulated wind turbines. Risø-M-2823 (1990) 68 p.

Arendt Jensen, P.; Rathmann, O., Risø kulstøvsyrede forsøgskedel. Risø-M-2907 (1990) 46 p.

Bech, N., COSIWTR. A modified oil reservoir simulation programme for the calculation of saltwater intrusion in aquifers. I: Nordisk hydrologisk konferens 1990. Nordisk hydrologisk konferens 1990, Kalmar, 29 Jul - 1 Aug 1990. Sigurdsson, G. (ed.), (Nordisk Hydrologisk Förening, Kalmar, 1990) (Nordisk NHP-rapport, 26) p. 137-146

Bernsen, E.; Jespersen, J.; Bach, P.; Emborg, L.; Christensen, P.S., Integrated energy and environmental planning. I: Environmental models: Emissions and consequences. Risø international conference on environmental models: Emissions and consequences, Roskilde, 22-25 May 1989. Fenhann, J.; Larsen, H.; Mackenzie, G.A.; Rasmussen, B.

(eds.), (Elsevier, Amsterdam, 1990) (Developments in environmental modelling, 15) p. 229-235

Biede, O.; Tørslev Jensen, P.; Holst Sørensen, L.; Hadvig, S., Pyrolyse og antændelse af kul ved kulstøvsfyring og brændselskarakterisering med dilatometer. Status-rapport. (Forskningscenter Risø, Roskilde; dk-Teknik, Søborg, Laboratoriet for Varme- og Klimateknik, DTH, 1990) (Energiministeriets Energiforskningsprogram. Brændsler og forbrændingsteknik) 142 p.

Carlsen, L., Characterization of humic acids. The Risø contribution to the Coco-club activities. Final report. EUR-12784 (1990) 21 p.

Christiansen, J.V., The behaviour of iodine in the terrestrial environment. An investigation of the possible enzymatically controlled iodination of humic acid. Risø-M-2851 (1990) 155 p.

Christiansen, J.V.; Feldthus, A.; Carlsen, L., Iodination of phenol. Risø-M-2850 (1990) 23 p.

Christiansen, L.; Gottlieb, L., Large scale laboratory experiments with two-phase flow in pipes. Risø-M-2818 (1990) (Oil/Gas Two-Phase Flow Report, 6) 48 p.

Clausen, S.; Jensen, P.A.; Rathmann, O., Afprøvning og verifikation af laserbaserede metoder i kulstøvsfyret kedel. Risø-M-2839 (1990) 80 p.

Clausen, S.; Jensen, P.A.; Rathmann, O., LDA velocity measurement in a 500 kW pulverized coal flame. I: 5. International symposium on application of laser techniques to fluid mechanics. 5. International symposium on application of laser techniques to fluid mechanics and workshop on the use of computers in flow measurements, Lisbon, 9-12 Jul 1990. (Universidade Tecnica de Lisboa, Lisbon, 1990) Paper 35.1

Courtney, M.; Højstrup, J.; Jensen, N.O., The Hjarde mål escarpment experiment. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 71-75

Courtney, M.; Troen, I., Wind speed spectrum from one year of continuous 8 Hz measurements. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 301-304



- Department of Energy Technology. Annual progress report 1 Jan - 31 Dec 1989. Micheelsen, B.; Højerup, C.F. (eds.). Risø-R-579 (1990) 42 p.
- Energisystemgruppen. Systemanalyseafdelingen. Evaluering af Teknologirådets støtteordning for vedvarende energi. Delforprojekt 1 og delforprojekt 3. (Forskningscenter Risø, Roskilde, 1990) 195 p.
- Fenger, J.; Fenhann, J.; Torp, U., Opretter superdatabase for luftforurening. Opgørelse over drivhusgasser skal tjene som pilotprojekt. *Ingeniøren* (1990) v. 16 (no.34) p. 19
- Fenger, J.; Fenhann, J., Drivhuseffekten - om klimologi, energipolitik og vores fælles fremtid. *Veiret* (1990) (no.2) p. 3-8
- Fenger, J.; Halsnæs, K.; Zeuthen Heidam, N. (eds.), Beslutningsværktøjer til integreret miljøplanlægning. Seminar om beslutningsværktøjer til integreret miljøplanlægning, Holbæk, 11-12 Dec 1989. (Danmarks Miljøundersøgelser; Forskningscenter Risø, Roskilde, 1990) 126 p.
- Fenhann, J.; Larsen, H.; Mackenzie, G.A.; Rasmussen, B. (eds.), Environmental models: Emissions and consequences. Risø international conference on environmental models: Emissions and consequences, Roskilde, 22-25 May 1989. (Elsevier, Amsterdam, 1990) (Developments in environmental modelling, 15) 489 p.
- Fenhann, J.; Morthorst, P.E., Brundtland-scenariemodellen. I: Beslutningsværktøjer til integreret miljøplanlægning. Seminar om beslutningsværktøjer til integreret miljøplanlægning, Holbæk, 11-12 Dec 1989. Fenger, J.; Halsnæs, K.; Zeuthen Heidam, N. (eds.), (Danmarks Miljøundersøgelser; Forskningscenter Risø, Roskilde, 1990) p. 61-70
- Forskningscenter Risø. Systemanalyseafdelingen. Procesenergiforbrug og besparelsesmuligheder. Baggrundsrapport nr. 2 til ENERGI 2000. (Energistyrelsen, København, 1990) 69 p.
- Forskningscenter Risø. Systemanalyseafdelingen. El- og varmeproduktionsteknologier. Baggrundsrapport nr. 4 til ENERGI 2000. (Energistyrelsen, København, 1990) 167 p.
- Forskningscenter Risø. Systemanalyseafdelingen. Brundtland-scenariemodellen - BRUS. Baggrundsrapport nr. 7 til ENERGI 2000. (Energistyrelsen, København, 1990) 48 p.
- Frandsen, S.; Christensen, C.J., Uncertainties in energy production forecasting. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 358-362
- Frandsen, S.; Maribo Pedersen, B. (eds.), Recommended practices for wind turbine testing. 1. Power performance testing. 2. Edition 1990. (International Energy Agency, Paris, 1990) 30 p.
- Grohnheit, P.E., The EFOM model. I: Nordic workshop on integrated energy and environmental modelling. Nordic workshop on integrated energy and environmental modelling, Risø, 15-16 Feb 1990. Halsnæs, K.; Mackenzie, G.A. (eds.), (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) (NORD, 74) p. 119-125
- Grohnheit, P.E.; Verbruggen, A., Cogeneration and the internal market for electricity. I: Integrated energy markets and energy systems. Lessons and perspectives. Conference proceedings. Vol. 2. 13. Annual international conference of the International Association for Energy Economics, Copenhagen, 19-21 Jun 1990. (IAEE, Copenhagen, 1990) p. 1-15
- Halsnæs, K.; Mackenzie, G.A. (eds.), Nordic workshop on integrated energy and environmental modelling. Nordic workshop on integrated energy and environmental modelling, Risø, 15-16 Feb 1990. (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) (NORD, 74) 172 p.
- Halsnæs, K., The concept of sustainable development seen in relation to integrated energy and environmental planning. I: Nordic workshop on integrated energy and environmental modelling. Nordic workshop on integrated energy and environmental modelling, Risø, 15-16 Feb 1990. Halsnæs, K.; Mackenzie, G.A. (eds.), (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) (NORD, 74) p. 7-20
- Halsnæs, K., Bæredygtig udvikling som målsætning for nordiske landes energisystemer. (Forskningscenter Risø, Roskilde, 1990) (NORD, 88) 92 p.
- Halsnæs, K., Integreret energi- og miljøplanlægning. I: Beslutningsværktøjer til integreret miljøplanlægning. Seminar om beslutningsværktøjer til integreret miljøplanlægning, Holbæk, 11-12 Dec 1989. Fenger, J.; Halsnæs, K.; Zeuthen Heidam, N. (eds.), (Danmarks Miljøundersøgelser; Forskningscenter Risø, Roskilde, 1990) p. 55-59
- Halsnæs, K.; Jørgensen, K.H.; Mackenzie, G.A., Consequences of reduced SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emission in the Nordic countries and the Baltic region. I: Nordic workshop on integrated energy and environmental modelling. Nordic workshop on integrated energy and environmental modelling, Risø, 15-16 Feb 1990. Halsnæs, K.; Mackenzie, G.A. (eds.), (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) (NORD, 74) p. 145-156
- Halsnæs, K.; Morthorst, P.E., Long-term growth scenarios for the Danish energy system: The need for a sustainable development. *Nord. J. Environ. Econ. Add.* (1990) p. 1-4
- Hansen, C.; Katsaros, K.B.; Kitaigorodskii, S.A.; Larsen, S.E., The dissipation range of wind-wave spectra observed on a lake. *J. Phys. Ocean.* (1990) v. 20 p. 1264-1277
- Hansen, J.C., International prospects for proven Danish wind technology. I: Wind energy in Denmark: Research and technological development 1990. Øster, F.; Møller Andersen, H. (eds.), (Ministry of Energy, Danish Energy Agency, Copenhagen, 1990) p. 21-23
- Hansen, K.; Klini Jensen, P.; Kunzendorf, H., Temperature history in Danish sedimentary basins as revealed by the fission track method. I: 7. International conference on geochronology cosmochronology and isotope geology. Abstract volume. 7. International conference on geochronology cosmochronology and isotope geology, Canberra, 24-29 Sep 1990. (Geological Society of Australia, Sydney, 1990) p. 43
- Harvø, P., Faglig rapportering for aktivitetene på Prøvestationen for Vindmøller i 1989. (Forskningscenter Risø, Roskilde, 1990) 21 p.
- Hjuler Jensen, P.; Falbe-Hansen, T.; Mortensen, K., Offshore wind power in Denmark. I: Wind energy in Denmark: Research and technological development 1990. Øster, F.; Møller Andersen, H. (eds.), (Ministry of Energy, Danish Energy Agency, Copenhagen, 1990) p. 51-53
- Hjuler Jensen, P.; Morthorst, P.E., Privatøkonomien i vindkraft - set fra mollejerne side. *Naturlig Energi* (1990) v. 12 (no.10) p. 32-33
- Hjuler Jensen, P.; Morthorst, P.E.; Schmaltz-Jørgensen, J., Vindmølleøkonomi. Undersøgelse af økonomien for den private vindmølleudbygning i Danmark baseret på en spørgeskemaundersøgelse. (Forskningscenter Risø, Roskilde, 1990) 48 p.
- Hustad, J.E.; Aho, M.J.; Hupa, M.; Noopila, T.; Sørensen, L.H.; Clausen, S.; Kjærboe, L.; Gromulski, J.; Bengtsson, M.; Leckner, B., Reactivity measurements of coke particles in five different flow reactors. *STF-15-A90041* (1990) 15 p.
- Højstrup, J., Turbulence measurements in a windfarm. I: Wind energy conversion 1990. 12. British Wind Energy Association conference, Norwich, 27-30 Mar 1990. Davies, T.D.; Halliday, J.A.; Palutikof, J.P. (eds.), (Mechanical Engineering Publications Limited, London, 1990) p. 59-63
- Højstrup, J., Turbulence measurements in a windfarm. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 171-175
- Højstrup, J.; Larsen, S.E.; Madsen, P.H., Power spectra of horizontal wind components in the neutral atmospheric surface boundary layer. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 305-308
- Højstrup, J.; Nørgård, P., Tændpipe wind farm measurements 1988. *Risø-M-2894* (1990) 44 p.
- Infield, D.G.; Lundsager, P.; Pierik, J.T.G.; Dijk, V.A.P. van; Falchetta, M.; Skarstein, O.; Lund, P.D., Wind/diesel system modelling and design. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 569-574
- Jensen, N.O.; Troen, I.; Højholt, P., Model comparisons with flow over an escarpment. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 413-416
- Jensen, P.H.; Van Hulle, F.J.L., Recommendations for a European wind turbine standard load cases. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 369-373
- Johansen, P.; Johnson, J.P.; Lundsager, P., Investigation of the feasibility of joint production of decentralized wind energy systems for the People's Republic of China. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 763-767
- Jørgensen, L.B., Forgasning af halm - EFP 88 Delforprojekt 1: Teori og teknisk grundlag. Litteraturudredning. (Forskningscenter Risø, Varmeteknik, Roskilde, 1989) 222 p.
- Kilde, N.A.; Larsen, H.V.; Mackenzie, G.A.; Maes, J.; Uhel, R.; Boussaren, R.; Corinair and sea-based emissions. I: EMEP Workshop on emissions from ships. EMEP Workshop on emissions from ships, Oslo, 7-8 Jun 1990. Kielland, G. (ed.), (State Pollution Control Authority, Oslo, 1990) p. 95-114
- Kindt, B.; Mogensen, M.; Poulsen, F.W., First Danish solid oxide fuel cell tests. I: SCAN-ELCHEM-90. Abstracts. Open Scandinavian symposium on new developments in fundamental and applied electrochemistry, Copenhagen, 7-10 Oct 1990. Hammerich, O.; Jensen, O.J.; Ulstrup, J. (eds.), (Danish Electrochemical Society, Copenhagen, 1990) SC03
- Klini Jensen, P., Quantitative basin modelling with special reference to subsurface temperature. (Risø National Laboratory, Reservoir Group, Roskilde, 1990) vp.
- Klini Jensen, P.; Hansen, K.; Kunzendorf, H., Basin modelling and annealing of fission tracks in the Danish area. I: 7. International conference on geochronology cosmochronology and isotope geology. Abstract volume. 7. International conference on geochronology cosmochronology and isotope geology, Canberra, 24-29 Sep 1990. (Geological Society of Australia, Sydney, 1990) p. 52
- Kretz, A.; Rasmussen, F., Dynamics of a wind turbine with a two-bladed teetering rotor. I: Wind energy conversion 1990. 12. British Wind Energy Association conference, Norwich, 27-30 Mar 1990. Davies, T.D.; Halliday, J.A.; Palutikof, J.P. (eds.), (Mechanical Engineering Publications Limited, London, 1990) p. 319-324
- Kretz, A.; Rasmussen, F., An aeroelastic model with applications to a two-bladed wind turbine. *Risø-M-2884* (1990) 66 p.
- Krogsgaard, J.; Jørgensen, E., Evaluering af stikprøvekontrol for systemgodkendte vindmøller i Danmark 1989. *Risø-M-2825* (1990) 44 p.
- Larsen, G.C.; Frandsen, S.; Sørensen, P.; Courtney, M.S., Design basis for horizontal-axis wind turbines. Theoretical background. *Risø-M-2836* (1989) 65 p.
- Larsen, H., Risø's arbejde vedrørende beslutningsværktøjer. I: Beslutningsværktøjer til integreret miljøplanlægning. Seminar om beslutningsværktøjer til integreret miljøplanlægning, Holbæk, 11-12 Dec 1989. Fenger, J.; Halsnæs, K.; Zeuthen Heidam, N. (eds.), (Danmarks Miljøundersøgelser; Forskningscenter Risø, Roskilde, 1990) p. 19-24
- Larsen, H.V., Beskatning i forbindelse med efterforskning og udvinding af kulbrinter i den danske undergrund. *Risø-M-2841* (1989) 63 p.
- Larsen, J.; Bech, N., Parallel simulation of petroleum reservoirs. I: 2. European conference on the mathematics of oil recovery. Proceedings of presentations. 2. European conference on the mathematics of oil recovery, Arles, 11-14 Sep 1990. Guerillot, D.; Guillon, O. (eds.), (Editions Technip, Paris, 1990) 4 p.



- Lenschow, D.H.; Kristensen, L., Errors in measuring second-, third-, and fourth-order moments of turbulence variables. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 90-93
- Lundsager, P.; Aagaard Madsen, H.; Christensen, C.J.; Nørgaard, P., Wind/diesel systems. I: Wind energy in Denmark: Research and technological development 1990. Øster, F.; Møller Andersen, H. (eds.), (Ministry of Energy, Danish Energy Agency, Copenhagen, 1990) p. 42-45
- Lundsager, P.; Johnson, J.P., Logistic computer simulations and economic assessment of high penetration wind energy systems for the People's Republic of China. I: Wind energy conversion 1990. 12. British Wind Energy Association conference, Norwich, 27-30 Mar 1990. Davies, T.D.; Halliday, J.A.; Palutikof, J.P. (eds.), (Mechanical Engineering Publications Limited, London, 1990) p. 233-239
- Lundtang Petersen, E., Wind resources in complex terrain. Measurements and models. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 61-65
- Lundtang Petersen, E.; Troen, I., Estimation of wind resources. I: Wind energy in Denmark: Research and technological development 1990. Øster, F.; Møller Andersen, H. (eds.), (Ministry of Energy, Danish Energy Agency, Copenhagen, 1990) p. 30-37
- Madsen, B.T.; Rasmussen, F.; Hauge Madsen, P., Technology development for commercial wind turbines. I: Wind energy in Denmark: Research and technological development 1990. Øster, F.; Møller Andersen, H. (eds.), (Ministry of Energy, Danish Energy Agency, Copenhagen, 1990) p. 15-20
- Madsen, H.A.; Christensen, H.F., On the relative importance of rotational, unsteady and three-dimensional effects on the HAWT rotor aerodynamics. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 227-232
- Markkilde Petersen, S., Wind turbine test Vestas V27-225 kW. Risø-M-2861 (1990) 66 p.
- Meteorology and Wind Energy Department annual progress report 1 January - 31 December 1989. Petersen, E.L.; Skramsager, B. (eds.), Risø-R-576 (1990) 30 p.
- Mogensen, M.; Poulsen, F.W., En miljøvenlig lille celle. *Ingeniøren* (1990) v. 16 (no.39) p. 18-19
- Morthorst, P.E., Long-term growth scenarios for the Danish energy system: The need for a sustainable development. I: Nordic workshop on integrated energy and environmental modelling. Nordic workshop on integrated energy and environmental modelling, Risø, 15-16 Feb 1990. Halsnæs, K.; Mackenzie, G.A. (eds.), (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) (NORD, 74) p. 109-117
- Morthorst, P.E.; Hjuler Jensen, P., Economics of wind turbines. I: Wind energy in Denmark: Research and technological development 1990. Øster, F.; Møller Andersen, H. (eds.), (Ministry of Energy, Danish Energy Agency, Copenhagen, 1990) p. 54-55
- Nielsen, L.H.; Christensen, P.S., A model for analysing environment driven investments in the Danish space heating sector. I: Environmental models: Emissions and consequences. Risø international conference on environmental models: Emissions and consequences, Roskilde, 22-25 May 1989. Fenham, J.; Larsen, H.; Mackenzie, G.A.; Rasmussen, B. (eds.), (Elsevier, Amsterdam, 1990) (Developments in environmental modelling, 15) p. 257-267
- Nielsen, S. Nors, Recent development in structural dynamic models. I: Environmental models: Emissions and consequences. Risø international conference on environmental models: Emissions and consequences, Roskilde, 22-25 May 1989. Fenham, J.; Larsen, H.; Mackenzie, G.A.; Rasmussen, B. (eds.), (Elsevier, Amsterdam, 1990) (Developments in environmental modelling, 15) p. 169-176
- Olsen, A., State of the art presentation: Denmark. I: Multiphase flow workshop. Multiphase flow workshop, Copenhagen, Sep 1989. (Industrial Liaison Council, Copenhagen, 1990) Paper 7
- Paulsen, U.S., The influence of anemometer placement on the power curve evaluation of a horizontal axis wind turbine. I: Wind energy conversion 1990. 12. British Wind Energy Association conference, Norwich, 27-30 Mar 1990. Davies, T.D.; Halliday, J.A.; Palutikof, J.P. (eds.), (Mechanical Engineering Publications Limited, London, 1990) p. 283-288
- Petersen, E.L.; Troen, I., The UK wind resource and the European Wind Atlas. I: Wind energy conversion 1990. 12. British Wind Energy Association conference, Norwich, 27-30 Mar 1990. Davies, T.D.; Halliday, J.A.; Palutikof, J.P. (eds.), (Mechanical Engineering Publications Limited, London, 1990) p. 129-135
- Petersen, J.T.; Madsen, P.H., Dynamics of a stall regulated horizontal axis wind turbine using a nonlinear time domain model. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 301-305
- Poulsen, F.W., Techniques for the Danish solid oxide fuel cell project. Risø-M-2778 (1990) 58 p.
- Rasmussen, B.; Øster, F., Power production from the wind. I: Wind energy in Denmark: Research and technological development 1990. Øster, F.; Møller Andersen, H. (eds.), (Ministry of Energy, Danish Energy Agency, Copenhagen, 1990) p. 7-11
- Rasmussen, F.; Hauge Madsen, P., Rotor loading. The influence of dynamics. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 306-311
- Sanderhoff, P.; Højstrup, J., Danish wind farm measurements, IEA annex IX. Risø-M-2896 (1990) 100 p.
- Schleisner Ibsen, L.; Qvale, B.; Brelj, L., The Danish aquifer thermal energy storage project demonstration plant. Operational experiences and results. Risø-M-2852 (1990) (Aquifer Thermal Energy Storage, 1-5) 179 p.
- Schleisner, L., El- og varmeudviklingsmuligheder. Risø-M-2877 (1990) 170 p.
- Schmidt Paulsen, U., The impact of the induced velocity in the near flow field of a horizontal axis wind turbine. Risø-M-2835 (1989) 91 p.
- Schmidt Paulsen, U., Calibration of Rosemount M858 Pitot tube sensor. Risø-M-2878 (1990) 32 p.
- Semprevia, A.M.; Larsen, S.E.; Mortensen, N.G.; Troen, I., Response of neutral boundary-layers to changes of roughness. *Boundary-Layer Meteorol.* (1990) v. 50 p. 205-225
- Skjerk Christensen, P.; Brown Jørgensen, B. (eds.), Risø's indsats i forbindelse med Energiministeriets forskningsprogrammer. Status ultimo december 1989. Risø-M-2880 (1990) 60 p.
- Sülzle, D.; Egsgaard, H.; Carlsen, L.; Schwarz, H., On the existence of two distinguishable isomers of CS<sub>2</sub>: Carbon trisulfide and carbon disulfide S-sulfide. *J. Am. Chem. Soc.* (1990) v. 112 p. 3750-3754
- Systems Analysis Department. Annual Progress Report 1989. Larsen, H.; Mackenzie, G.A. (eds.), Risø-R-572 (1990) 48 p.
- Sørensen, P.; Larsen, G.C., Design basis program. Version 1.0. Users manual. Risø-M-2886 (1990) 31 p.
- Troen, I., A high resolution spectral model for flow in complex terrain. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 417-420
- Troen, I.; Landberg, L., Short term prediction of local wind conditions. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 76-78
- Troen, I.; Lundtang Petersen, E., El atlas Eólico Europeo. (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) 260 p.
- Troen, I.; Lundtang Petersen, E., Europäischer Windatlas. (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) 240 p.
- Troen, I.; Lundtang Petersen, E., Atlante Europeo del vento. (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) 264 p.
- Vølund, P., Vindpumper i Danmark. Status og udviklingsmuligheder. Risø-M-2855 (1990) 67 p.
- Wu Yundong; Qiu Hongjia; Christiansen, H.; Sørensen, B.; Nørgaard, P., Operation experience of wind/diesel system on Dachen Islands in P.R. China. EEC and China cooperation project. I: European Community wind energy conference. Proceedings. European Community wind energy conference, Madrid, 10-14 Sep 1990. Palz, W. (ed.), (H.S. Stephens and Associates, Bedford, 1990) (EUR-13251) p. 580-583
- Øster, F.; Møller Andersen, H. (eds.), Wind energy in Denmark: Research and technological development 1990. (Ministry of Energy, Danish Energy Agency, Copenhagen, 1990) 64 p.
- Øster, F.; Jacobsen, S.R., Wind energy programmes. I: Wind energy in Denmark: Research and technological development 1990. Øster, F.; Møller Andersen, H. (eds.), (Ministry of Energy, Danish Energy Agency, Copenhagen, 1990) p. 12-14
- Aarkrog, A., Chernobyl-related monitoring and comparison with fallout data. I: Seminar on the radiological exposure of the population of the European Community from radioactivity in North European marine waters. Project MARINA. Proceedings. Seminar on the radiological exposure of the population of the European Community from radioactivity in North European marine waters. Project MARINA, Bruges, 14-16 Jun 1989. (Commission of the European Communities, Brussels, 1989) p. 229-249
- Aarkrog, A., Summing-up and future work. I: Seminar on the radiological exposure of the population of the European Community from radioactivity in North European marine waters. Project MARINA. Proceedings. Seminar on the radiological exposure of the population of the European Community from radioactivity in North European marine waters. Project MARINA, Bruges, 14-16 Jun 1989. (Commission of the European Communities, Brussels, 1989) p. 349-355
- Aarkrog, A., Environmental radiation and radiological releases. *Int. J. Radiat. Biol.* (1990) v. 57 p. 619-631
- Aarkrog, A.; Dahlgaard, H., Indtryk fra en rejse til Tjernobyl og Ural-området i maj 1990. I: Nordiska Sällskapet för Strålskydd. 9. ordinarie mötet. Nordiska Sällskapet för Strålskydd. 9. ordinarie mötet. Ronneby, 29-31 Aug 1990. (Nordiska Sällskapet för Strålskydd, Ronneby, 1990) 6 p.
- Aarkrog, A., Health hazards from radioactivity following the Chernobyl nuclear accident: Report on a WHO working Group. *J. Environ. Radioact.* (1989) v. 10 p. 257-295
- Andersen, L., Aggressiveness of powdery mildew on Mlo resistant barley. I: Science for plant breeding. Book of poster abstracts. Part 1. 12. EUCARPIA Congress, Göttingen, 27 Feb - 4 Mar 1989. Röbbelen, G. (ed.), (Saatgut-Treuhandverwaltungs-GmbH, Bonn, 1989) (Vorträge für Pflanzenzüchtung, 15-1) Paper 3-18
- Andersen, V., IT support for emergency management - ISEM. (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) 17 p.
- Andersen, V. (ed.), Information technology for emergency management. Final report of the NKA project INF 600. Risø-M-2838 (1990) (NORD, 58) 70 p.
- Andersen, V.; Andersen, H.B.; Axel, E.; Petersen, T. (eds.), Development of a descriptive model of an integrated information system to support complex, dynamic, distributed decision making for emergency management in large organisations. Risø-M-2789 (1990) 25 p.
- Andersson, K.G., TACTUS: A code for simulation of the flow of caesium-137 in urban surroundings. I: Recovery operations in the event of a nuclear accident or radiological emergency. International symposium on recovery operations in the event of a nuclear accident or radiological emergency, Vienna, 6-10 Nov 1989. (IAEA, Vienna, 1990) (STI/PUB/826) p. 217-228
- Aro, I.; Blomquist, P.; Fynbo, P.; Pekkarinen, E.; Schougaard, B., Severe accident analysis. A Nordic study of codes. Final report of the project NKA-AKTI-130. (Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety, Helsinki, 1990) (NORD, 15) 100 p.

## Miljø



- Baas, A.F. de, The E-e model in separating flows. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 359-362
- Baden, C.; Linde-Laursen, I.; Dewey, D.R., A new Chinese species of *Psathyrostachys* (Poaceae) with notes on its karyotypes. *Nord. J. Bot.* (1990) v. 9 p. 449-460
- Bertelsen, F., Reduction of nitrate to nitrous oxide or dinitrogen by *Rhizobium leguminosarum*. *Mitt. Deutsch. Bodenkundlichen Ges.* (1990) v. 60 p. 391-396
- Bigard, T.; Bøtter-Jensen, L.; Lauterbach, U.; Pessara, W.; Schnuer, K.; Thompson, I.M.G., Intercomparison of environmental gamma dose rate meters. A comprehensive study of calibration methods and field measurements. Part 2: 1987 to 1989 experiments. EUR-12731 (1990) 72 p.
- Bjerre, A.B.; Skytte-Jensen, B.; Sørensen, E., Theoretical and experimental investigations concerning the decomposability of asbestos. Risø-R-573 (1990) 42 p.
- Bjerre, A.B.; Sørensen, E., Thermal and oxidative decomposition of lower fatty acids with special attention to formic acid. Risø-R-577 (1990) 22 p.
- Bjurnå, B.; Geer, L.-E. de; Vintersved, I.; Rudjord, A.L.; Ugleveit, F.; Aaltonen, H.; Sinkko, K.; Rantavaara, A.; Nielsen, S.P.; Aarkrog, A.; Kolb, W., The detection of radioactive material from a venting underground nuclear explosion. *J. Environ. Radioact.* (1990) v. 11 p. 1-14
- Bo, P.; Christensen, T., Apparat til adskillelse af væskeformige fødeblandinger i to fraktioner ved hjælp af semipermeable membraner. DK Patent 156541 (11 Sep 1989)
- Bobrowski, K.; Wierzchowski, K.L.; Holcman, J.; Ciurak, M., Intramolecular electron transfer in peptides containing methionine, tryptophan and tyrosine: a pulse radiolysis study. *Int. J. Radiat. Biol.* (1990) v. 57 p. 919-932
- Bothmer, R. von; Flink, J.; Jacobsen, N.; Jørgensen, R.B., Variation and differentiation in *Hordeum marinum* (Poaceae). *Nord. J. Bot.* (1989) v. 9 p. 1-10
- Brodersen, K.; Nilsson, K., Mechanisms and interaction phenomena influencing releases in low- and medium-level waste disposal systems. Final report 1986-1990. Risø-M-2908 (1990) 94 p.
- Brodersen, K.; Vinther, A., Characterization of waste products prepared from radioactive contaminated clayey soil cemented according to the GEODUR process. Risø-M-2909 (1990) 44 p.
- Brodersen, K.E.; Bille-Hansen, J.; Jørgensen, K.H.; Hovmand, M.F.; Christiansen, H.; Mackenzie, G.; Solgaard, P., Data acquisition and application of the soil chemistry model ECCES to forest soil. Risø-M-2843 (1990) 68 p.
- Brøns, P.; Hansen, H., Vor radioaktive klode 1. Radioaktivitetens væsen. *Nat. Verden* (1990) (no.5) p. 177-184
- Brøns, P.; Hansen, H.; Andersen, E., Vor radioaktive klode 2. Fusion og fission. *Nat. Verden* (1990) (no.6/7) p. 233-240
- Chemistry Department. Annual report 1989. Funck, J.; Neve Larsen, Å.; Larsen, E.; Nielsen, O.J. (eds.), Risø-M-2864 (1990) 82 p.
- Cheshire, M.V.; Christensen, B.T.; Sørensen, L.H., Labelled and native sugars in particle-size fractions from soils incubated with <sup>14</sup>C straw for 6 to 18 years. *J. Soil Sci.* (1990) v. 41 p. 29-39
- Christensen, P.; Bøtter-Jensen, L.; Ennow, K.; Majbom, B., Dosimeter configurations for the measurement of H<sub>2</sub>(0.07) and H<sub>2</sub>(10) from photons. *Radiat. Prot. Dosim.* (1990) v. 34 p. 111-114
- Christensen, P.; Kongsø, H.E., The use of on-line reliability analysis for maintenance planning. I: SRE Symposium 1990. SRE Symposium 1990, Studsvik, 8-10 Oct 1990. (Society of Reliability Engineers. Scandinavian Chapter, Nyköping, 1990) Session J, 16 p.
- Christensen, T.; Ehdwall, H.; Hansen, H.; Mustonen, R.; Stranden, E., Radioaktivitet i Norden. (Nordisk Kontaktorgan for Atomenergispørgsmål, Risø, 1990) (NORD, 16) 13 p.
- Christensen, T.; Mustonen, R.; Ehdwall, H.; Hansen, H.; Stranden, E.; Sørensen, A., Naturlig stråling, kernekraftaffald og kemiske risikofaktorer. (Statens Institut for Strålehygiene, Østerås, 1990) (SIS-R-1990-1) vp.
- Christiansen, S. Krogh, Establishment of restriction fragment length polymorphism (RFLP) analysis of the barley powdery mildew fungus. (*Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*). (Risø National Laboratory. Agricultural Research Department, Roskilde, 1990) 59 p.
- Christiansen, S.K.; Smedegaard, V., Microscopic studies of the interaction between barley and the saprophytic fungus, *Cladosporium macrocarpum*. *J. Phytopathol.* (1990) v. 128 p. 209-219
- Christiansen, S.K.; Giese, H., Genetic analysis of the obligate parasitic barley powdery mildew fungus based on RFLP and virulence loci. *Theor. Appl. Genet.* (1990) v. 79 p. 705-712
- Cionco, R.M.; Mikkelsen, T., Smoke and turbulence measurements for the AMADEUS field trials over complex terrain. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 137-140
- Courtney, M.; Højstrup, J.; Jensen, N.O., A field study of flow over an escarpment. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 363-366
- Cox, R.A.; Munk, J.; Nielsen, O.J.; Pagsberg, P.; Ratajczak, E., Ultraviolet absorption spectra and kinetics of acetyl and acetylperoxy radicals. *Chem. Phys. Lett.* (1990) v. 173 p. 206-210
- Dahlgaard, H., Activities of the International Union of Radioecologist working group on Marine Radioecology (MARECO). I: Seminar on the radiological exposure of the population of the European Community from radioactivity in North European marine waters. Project MARINA. Proceedings. Seminar on the radiological exposure of the population of the European Community from radioactivity in North European marine waters. Project MARINA, Bruges, 14-16 Jun 1989. (Commission of the European Communities, Brussels, 1989) p. 35-40
- Dahlgaard, H., TC-99 som tracer for vandtransport fra Tyske Bugt til Kattegat. I: Præsentationer ved det sjette danske havforsker møde. 6. Danske havforsker møde, Hirtshals, 25-27 Jan 1990. Buch, E.; Sørensen, M.I. (eds.), (Danmarks Miljøundersøgelser, København, 1990) (Faglig rapport fra DMU, 4) p. 89-93
- Doll, H., Bioteknologi i planteforædlingen. I: Landbruget og fremtidens teknologi. (ATV, Lyngby, 1990) p. 7-22
- Doll, H., Genteknologi i landbrugets planter. I: Alt det nyeste 1990. Landbrug, havebrug, husholdning. Ullerup, B.; Nielsen, A.; Sams, T.; Knudsen, T.; Nielsen, M.; Broe Pedersen, J. (eds.), (Jordbrugsforlaget, København, 1989) p. 9-14
- Edson, J.B.; Fairall, C.W.; Mestayer, P.G.; Larsen, S.E., Inertial-dissipation flux estimations: The HEXMAX results. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 66-69
- Edson, J.B.; Mestayer, P.G.; Rouault, M.P.; Larsen, S.E., Simulations of evaporating droplet diffusion in oceanic conditions using the HEXIST/CLUSE numerical models. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 184-187
- Ellermann, T.; Munk, J.; Nielsen, O.J.; Pagsberg, P., UV spectrum and kinetics of the trichloromethyl radical. I: Physico-chemical behaviour of atmospheric pollutants. 5. European Symposium, Varese, 25-28 Sep 1989. Restelli, G.; Angeletti, G. (eds.), (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990) (EUR-12542) (Air pollution research report, 30; Air pollution report series, 23) p. 225-230
- Engvild, K.C.; Jensen, E.S.; Skot, L., Parallel variation in isoenzyme and nitrogen fixation markers in a *Rhizobium* population. *Plant Soil* (1990) v. 128 p. 283-286
- Fairall, C.W.; Edson, J.B.; Larsen, S.E.; Mestayer, P.G., Inertial-dissipation air-sea flux measurements: A prototype system, using realtime spectral computations. *J. Atmos. Oceanic Technol.* (1990) v. 7 p. 425-453
- Fenger, J.; Berkowicz, R.; Stenfeldt, L.; Bang, Jensen, A.; Nielsen, T.; Pilegaard, K.; Aagaard Nielsen, P.; Pedersen, K., Luftkvalitetsundersøgelser ved Københavns Lufthavn 1988-1989. (Københavns Lufthavnsvesen, København, 1990) 71 p.
- Fynbo, P.; Hægglblom, H.; Jokiniemi, J., Aerosol transport in severe reactor accidents. Final report of the NKA project AKTI-160. (Nordiska Kontaktorganet för Atomenergifrågor, Nyköping, 1990) (NORD, 45) vp.
- Fynbo, P.B., Greifswald lever ikke op til vestlig standard. *Ingeniøren* (1990) v. 16 (no.8) p. 24
- Fynbo, P.B., TRAP-MELT3 calculations on an intermediate LOCA at the Loviisa nuclear power plant. STUK-YTO-TR-19 (1990) 85 p.
- Giese, H.; Christiansen, S.K.; Jensen, H.P., Extrachromosomal plasmid-like DNA in the obligate parasitic fungus *Erysiphe graminis* f.sp. *hordei*. *Theor. Appl. Genet.* (1990) v. 79 p. 56-64
- Gissel-Nielsen, G., Landbrug og miljø. *Erhvervs-jordbruget* (1990) (no.7) p. 8-10
- Gissel-Nielsen, G., Kvælstof-omsætningen kan ikke sættes på formel. *Ingeniøren* (1990) v. 16 (no.37) p. 28
- Gryning, S.-E., Some considerations on large meteorological experiments. I: 4. International youth school on hydrology and meteorology. 4. International youth school on hydrology and meteorology, Varna, 23-30 Oct 1988. (Bulgarian Academy of Sciences, Varna, 1990) p. 26-35
- Gryning, S.-E.; Batchvarova, E., Analytical model for the growth of the coastal internal boundary layer during onshore flow. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* (1990) v. 116 p. 187-203
- Gryning, S.-E.; Batchvarova, E., Simple model of the daytime boundary layer height. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 379-382
- Haahr, V.; Skou, J.P.; Jensen, H.P., Inheritance of resistance to barley leaf stripe (*Drechslera graminea*). I: Science for plant breeding. Book of poster abstracts. Part 1. 12. EUCARPIA Congress, Göttingen, 27 Feb - 4 Mar 1989. Röbbelen, G. (ed.), (Saatgut-Treuhand-verwaltungs-GmbH, Bonn, 1989) (Vorträge für Pflanzenzüchtung, 15-1) Paper 3-15
- Hansen, C.; Geernaert, G.L.; Hansen, F.Å.; Larsen, S.E., Sea-surface roughness for equilibrium and non-equilibrium wind and sea states. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 250-253
- Hansen, C.; Hansen, F.Å.; Larsen, S.E.; Geernaert, G.L., Sea-surface roughness length on non-equilibrium wind-generated waves. *Ann. Geophys. Spec. Iss.* (1990) p. 196
- Hansen, H., Miljøbevælgens rødder - og noget om, hvor vi, der gerne vil holde en rationel profil overfor miljøproblemerne, er placeret i landskabet. *Ingeniøren* (1990) v. 16 (no.18) p. 11
- Hansen, H., Øget videnberedskab. *Jyllandsposten*. 5 oktober 1990
- Hansen, H.J.M., Retroactive amplification within the multi-attribute analysis. I: Energy alternatives: Benefits and risks. Sharma, H.D. (ed.), (University of Waterloo Press, Waterloo, Ontario, 1990) p. 455-462
- Hansen, H.J.M.; Aarkrog, A., Different soil characteristics in Denmark and the Faroe Islands influence the radiological contamination of water resources. I: Nuclear contamination of water resources. Conference on water resource consequences of a nuclear event, Glasgow, 7-8 Sep 1989. (Thomas Telford, London, 1990) p. 155-162
- Hansen, H.J.M.; Aarkrog, A., A different surface geology in Denmark, the Faroe Islands and Greenland influences the radiological contamination of drinking water. *Water Res.* (1990) v. 24 p. 1137-1141
- Hansen, H.J.M.; Andersson, J., Hvad kom der ud af udsættelsen af radioaktivt mærkede glasål ved Oskarshamn, Sverige, i 1982 og 1984? I: Præsentationer ved det sjette danske havforsker møde. 6. Danske havforsker møde, Hirtshals, 25-27 Jan 1990. Buch, E.; Sørensen, M.I. (eds.), (Danmarks Miljøundersøgelser, København, 1990) (Faglig rapport fra DMU, 4) p. 241-245



- Hansen, J.P., Optagelser af visuelle orienteringer. *DOPS-Nyt* (1990) v. 5 (no.2) p. 26-29
- Hansen, J.P.; Løvborg, L., Hints for cognitive modelling of skill learning. I: Human decision making and manual control. 9. European annual conference on human decision making and manual control, Ispra, 10-12 Sep 1990. (Commission of the European Communities, Ispra, 1990) p. 171-182
- Hansen, J.W.; Olsen, J., Predicting decay in free-radical concentration in L- $\alpha$ -alanine following high-LET radiation exposures. *Appl. Radiat. Isot.* (1989) v. 40 p. 935-939
- Hedemann Jensen, P., Evaluation and harmonization of the planning of countermeasures and the use of intervention levels. BER-3.1: Status on international intervention policy. (Risø National Laboratory, Section of Applied Health Physics, Safety Department, Roskilde, 1990) 47 p.
- Heydorn, K., Instrumental neutron activation analysis. Application and limitation. *Fresenius Z. Anal. Chem.* (1989) v. 334 p. 606-607
- Heydorn, K., INAA - Application and limitation. *Fresenius J. Anal. Chem.* (1990) v. 337 p. 498-502
- Heydorn, K.; Griepink, B., Selection of reference methods for the determination of selenium in biological materials. *Fresenius J. Anal. Chem.* (1990) v. 338 p. 287-292
- Heydorn, K.; Soo Kyong Rhee, Advance prediction of single- and double-escape peak areas in gamma-ray spectrometry. *Trans. Am. Nucl. Soc.* (1989) v. 60 p. 3-4
- Heydorn, K.; Thuesen, I., Classification of ancient Mesopotamian ceramics and clay using SIMCA for supervised pattern recognition. *Chemom. Intell. Lab. Syst.* (1989) v. 7 p. 181-188
- Hirschberg, S. (ed.), Dependencies, human interactions and uncertainties in probabilistic safety assessment. Final report of the NKA project RAS 470. (Nordisk Kontaktorgan for Atomenergispørgsmål, Roskilde, 1990) (NORD, 57) vp.
- Hjortenberg, P.; Hansen, J.W.; Wille, M., Measurement of dose rate from  $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$  ophthalmic applicators by means of alanine-polymer foils. *Appl. Radiat. Isot.* (1989) v. 40 p. 997-1001
- Huebert, B.J.; Bates, T.S.; Bandy, A.; Larsen, S.E.; Duce, R.A., IGAC/MAGE: International planning of chemical air/sea exchange research. *EOS* (1990) v. 71 (no.35) p. 1051-1057
- Hummelshøj, P.; Jensen, N.O.; Larsen, S.E.; Hansen, C., Modelling dry deposition of particles to the ocean. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.;
- Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 321-324
- Højerup, C.F., Pin power reconstruction in COSIMA. Risø-M-2892 (1990) 17 p.
- Højerup, C.F.; Nonbøl, E., A method of taking control rod history into account in core simulation calculations for BWR's. I: Proceedings of the international conference on the physics of reactors: Operation, design and computation. Vol. 4. PHYSOR '90. I. ANS reactor physics topical meeting, Marseille, 23-27 Apr 1990. (SF/ANS and SFEN, Marseille, 1990) PV 65-74
- Information Systems Group. Progress report 1 Jan - 31 Dec 1989. Løvborg, L. (ed.), Risø-M-2869 (1990) 34 p.
- Jakobsen, I.; Heidmann, T., MPN estimates of VAM diaspores in cultivated soils. *Agric. Ecosyst. Environ.* (1990) v. 29 p. 199-203
- Jakobsen, I.; Rosendahl, L., Carbon flow into soil and external hyphae from roots of mycorrhizal cucumber plants. *New Phytol.* (1990) v. 115 p. 77-83
- Jakobsen, I.; Rosendahl, L.,  $\text{N}_2$  fixation and root respiration in pea: Effects of VAM and P. *Agric. Ecosyst. Environ.* (1990) v. 29 p. 205-209
- Jensen, E.S., Mineralisering, udvaskning og planteudnyttelse af  $^{15}\text{N}$ -mærket kvælstof fra efterafgrødemateriale. I: Nordiske Jordbrugsforskeres Forening. Decomposition and soil organic matter. NJF-Utredning-Rapport-57 (1990) p. 3-12
- Jensen, E.S.; Christensen, B.T.; Sørensen, L.H., Mineral-fixed ammonium in clay- and silt-size fractions of soils incubated with  $^{15}\text{N}$ -ammonium sulphate for five years. *Biol. Fertil. Soils* (1989) v. 8 p. 298-302
- Jensen, E.S.; Haahr, V., The effect of pea cultivation on succeeding winter cereals and winter oilseed rape nitrogen nutrition. *Appl. Agric. Res.* (1990) v. 5 p. 102-107
- Jensen, G.; Jensen, N.O.; Larsen, S.E., The meteorological mast at Sprogø. Risø-M-2885 (1990) 54 p.
- Jensen, J., Genetical localization of QTLs (Quantitative Trait Loci). I: Science for plant breeding. Book of poster abstracts. Part 1. 12. EUCARPIA Congress, Göttingen, 27 Feb - 4 Mar 1989. Röbelen, G. (ed.), (Saatgut-Treuhandverwaltung-GmbH, Bonn, 1989) (Vorträge für Pflanzenzüchtung, 15-1) Paper 3-5
- Jensen, J., New high-yielding high-lysine mutants in barley. I: International symposium on the contribution of plant mutation breeding to crop improvement. Extended synopsis. International symposium on the contribution of plant mutation breeding to crop improvement, Vienna, 18-22 Jun 1990. (IAEA, Vienna, 1990) (IAEA-SM-311) p. 44-45
- Jensen, N.O., On the problem of subgrid scale surface variability. *Ann. Geophys. Spec. Iss.* (1990) p. 233
- Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), 9. Symposium on turbulence and diffusion. Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) 430 p.
- Joersbo, M.; Bagger Jørgensen, R.; Olesen, P., Transient electroporation of barley (*Hordeum vulgare* L.) microspores to propidium iodide. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* (1990) v. 23 p. 125-129
- Jørgensen, J. Helms, Experiences from mutation studies on cereal disease resistance. I: International symposium on the contribution of plant mutation breeding to crop improvement. Extended synopsis. International symposium on the contribution of plant mutation breeding to crop improvement, Vienna, 18-22 Jun 1990. (IAEA, Vienna, 1990) (IAEA-SM-311) p. 48-49
- Jørgensen, J. Helms, Naturvidenskab, bioteknologi og global fødevarerproduktion i det næste århundrede - en kommentar. *Miljøvern* (1989) v. 22 p. 23-27
- Jørgensen, J. Helms; Jensen, H.P., Effect of 'unnecessary' powdery mildew resistance genes on agronomic properties of spring barley. *Norsk Landbrugsforsk. Suppl.* (1990) (no.9) p. 125-129
- Kaimal, J.C.; Kristensen, L., Finite sampling, windowing, and the estimation of dissipation rates. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 25-28
- Ketscher, L.; Hansen, J.P., Mental workload and decision making. I: Human decision making and manual control. 9. European annual conference on human decision making and manual control, Ispra, 10-12 Sep 1990. (Commission of the European Communities, Ispra, 1990) p. 161-169
- Kjær, B.; Jensen, H.P.; Jensen, J.; Helms Jørgensen, J., Associations between three ml-o powdery mildew resistance genes and agronomic traits in barley. *Euphytica* (1990) v. 46 p. 185-193
- Knudsen, I.M.B., Biocontrol of barley powdery mildew. *J. Cell. Biochem. Suppl.* (1989) (no.13A) p. 175
- Knudsen, M.B.; Skou, J.P., Biologisk bekæmpelse af meldug med *Tilletiopsis*. Risø-M-2891 (1990) 80 p.
- Korsgaard, T.; Raad Petersen, C.; Nielsen, C.; Andersen, L.; Michaelsen, O.; Skaarup, J.; Borg, D.; Andersen, J.; Bjerre, B.; Henriksen, P., Forurenedede gasværksgrunde. Udrædningsrapport U4. (Laboratoriet for
- Teknisk Hygiejne, DTH, Lyngby, 1989) (Lossepladsprojektet) 220 p.
- Kovacs, A.; Miller, A., Use of ethanol-monochlorobenzene dosimeters at electron accelerators. *Radiat. Phys. Chem.* (1990) v. 36 p. 709-713
- Kragh, K.M., Chitinases and  $\beta$ -1,3-glucanases in barley (*Hordeum vulgare* L.). (Plant Pathology Section, Department of Plant Biology, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Plant Biology Section, Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) 104 p.
- Kragh, K.M.; Jacobsen, S.; Dalgaard Mikkelsen, J., Induction, purification and characterization of barley leaf chitinase. *Plant Sci.* (1990) v. 71 p. 55-68
- Kristensen, L., Mean-concentration profiles of ozone, nitrogen monoxide and nitrogen dioxide in the atmospheric surface layer. *Ann. Geophys. Spec. Iss.* (1990) p. 229
- Kunzendorf, H.; Sørensen, P., Geochemical criteria for reservoir quality variations in chalk from the North Sea. Risø-M-2779 (1989) 100 p.
- Køie, B., Grain filling in high-lysine barley (*Hordeum vulgare* L.). Risø-M-2863 (1990) 35 p.
- Landberg, L.; Larsen, S.E., Turbulence spectra fra grænselaget på planeten Mars. *Vejret* (1990) (no.4) p. 16-22
- Landberg, L.; Tillman, J.E.; Larsen, S.E., Turbulence spectra from the boundary layer of Mars. *Ann. Geophys. Spec. Iss.* (1990) p. 329
- Landbrugsafdelingen, Årsberetning 1989. Risø-M-2854 (1990) 39 p.
- Langkilde, F.W.; Wilbrandt, R.; Negri, F.; Orlandi, G., Time-resolved resonance spectra of trans- and cis-stilbene in the lowest excited triplet state. *Chem. Phys. Lett.* (1990) v. 165 p. 66-72
- Langkilde, F.W.; Wilbrandt, R.; Brouwer, A.M., An improved force field of (E)-1,3,5-hexatriene based on deuterated derivatives. *J. Phys. Chem.* (1990) v. 94 p. 4809-4819
- Larsen, S.E.; Courtney, M.; Mahrt, L., Low frequency behaviour of horizontal velocity spectra in stable surface layers. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 401-404
- Larsen, S.E.; Edson, J.B.; Mestayer, P.G.; Fairall, C.W.; Leeuw, G. de, Deposition velocity for submicron particles determined in the IMST tunnel as a function of the surface aerosol production rate and its relation to over ocean conditions. I: Modelling the fate and influence of marine
- spray. Proceedings. Modelling the fate and influence of marine spray, Marseille, 6-8 Jun 1990. Mestayer, P.G.; Monohan, E.C.; Beetham, P.A. (eds.), (Marine Sciences Institute, Groton, CT, 1990) (HEXOS contribution, 24; Whitecap report, 7) p. 155-167
- Larsen, S.E.; Hummelshøj, H.; Rouault, M.P.; Mestayer, P.G.; Edson, J.B.; Leeuw, G. de; Eijk, L. van; Fairall, C.W.; Spiel, D.E., Description of aerosol production, dynamics and deposition in the marine environment. I: EUROTRAC annual report 1989. Part 3. (EUROTRAC, Garmisch-Partenkirchen, 1990) p. 47-48
- Leemhorst, J.G.; Miller, A. (eds.), Radiation processing: State of the art. 7. International meeting on radiation processing, Noordwijkerhout, 23-28 Apr 1989. (Pergamon Press, Oxford, 1990) (Radiat. Phys. Chem., 1990, vol. 35, no. 1-6) 878 p.
- Leeuw, G. de; Edson, J.B.; Fairall, C.W.; Larsen, S.E.; Rouault, M.P.; Mestayer, P.G., CLUSE numerical models: Fate and influence of aerosol droplets near water surfaces. I: Proceedings of workshop on infrared propagation in the maritime aerosol layer. Workshop on infrared propagation in the maritime aerosol layer, Washington, DC, 30 Apr - 2 May 1990. Trusty, G.; Roney, P. (eds.), (Naval Research Laboratory, Washington, DC, 1990) p. 3/8-3/24
- Linde-Laursen, I.; Bothmer, R. von; Jacobsen, N., Giemsa C-banded karyotypes of South and Central American *Hordeum* (Poaceae). II. 6 polyploid taxa. *Hereditas* (1990) v. 112 p. 93-107
- Linde-Laursen, I.; Bothmer, R. von; Jacobsen, N., Giemsa C-banded karyotypes of diploid and tetraploid *Hordeum bulbosum* (Poaceae). *Plant Syst. Evol.* (1990) v. 172 p. 141-150
- Liu, R.; Huie, R.E.; Kurylo, M.J.; Nielsen, O.J., The gas phase reactions of hydroxyl radicals with a series of nitroalkanes over the temperature range 240-400 K. *Chem. Phys. Lett.* (1990) v. 167 p. 519-523
- Mahrt, L.; Larsen, S.E., Relation of slope winds to the ambient flow over gentle terrain. *Boundary-Layer Meteorol.* (1990) v. 53 p. 93-102
- Majbom, B., Seasonal variations of indoor radon concentrations. I: The 1990 International symposium on radon and radon reduction technology. Vol. 3. Preprints. The 1990 International symposium on radon and radon reduction technology, Atlanta, 19-23 Feb 1990. (United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1990) (EPA/600/9-90/005C) C-V-3



- Mestayer, P.G.; Edson, J.B.; Rouault, M.P.; Fairall, C.W.; Larsen, S.E.; Leeuw, G. de; Spiel, D.E.; Cosmo, J. de; Katsaros, K.B.; Monohan, E.C.; Schiestel, R., CLUSE simulations of the vapor flux modification by droplet evaporation. I: Modelling the fate and influence of marine spray. Proceedings. Modelling the fate and influence of marine spray, Marseille, 6-8 Jun 1990. Mestayer, P.G.; Monohan, E.C.; Beetham, P.A. (eds.), (Marine Sciences Institute, Groton, CT, 1990) (HEXOS contribution, 24; Whitecap report, 7) p. 100-105
- Mikkelsen, T.; Hansen, A.; Eckman, R.M.; Thykier-Nielsen, S., Project WIND, phase IV, dispersion study: Aerial smoke plume observations and surface layer turbulence measurements, part 2: Wind and temperature spectral analysis. Risø-M-2718(pt.2) (1990) 102 p.
- Mikkelsen, T.; Jørgensen, H.E.; Kampe, W. aufm; Weber, H.; Bormann, S., The effect of finite sampling volumes on measured concentration probability-density-functions. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 325-328
- Miller, A.; Kovacs, A.; Wieser, A.; Regulla, D.F., Measurements with alanine and film dosimeters for industrial 10 MeV electron reference dosimetry. *Appl. Radiat. Isot.* (1989) v. 40 p. 967-969
- Miller, A.; Kovacs, A., Application of calorimeters for routine and reference dosimetry at 4-10 MeV industrial electron accelerators. *Radiat. Phys. Chem.* (1990) v. 35 p. 774-778
- Mortensen, N.G.; Gryning, S.-E., The Øresund experiment. Data bank report. (Risø National Laboratory. Department of Meteorology and Wind Energy, Roskilde, 1989) 122 p.
- Møller, S.; Langkilde, F.W.; Wilbrandt, R., Triplet photochemistry of E- and Z-1,3,5-Hexatriene. I: 13. IUPAC symposium on photochemistry. Abstracts of oral and poster contributions. 13. IUPAC symposium on photochemistry, University of Warwick, Coventry, 22-28 Jul 1990. (The Royal Society of Chemistry, London, 1990) p. 160
- Negri, F.; Orlandi, G.; Langkilde, F.W.; Wilbrandt, R., A quantum chemical analysis of the time-resolved resonance Raman spectrum of 2,5-dimethyl-2,4-hexadiene in the  $T_1$  state. *J. Chem. Phys.* (1990) v. 92 p. 4907-4919
- Nelson, L.; Rattigan, O.; Neavyn, R.; Sidebottom, H.; Treacy, J.; Nielsen, O.J., Absolute and relative rate constants for the reactions of hydroxyl radicals and chlorine atoms with a series of aliphatic alcohols and ethers at 298 K. *Int. J. Chem. Kinet.* (1990) v. 22 p. 1111-1126
- Nelson, L.; Shanahan, L.; Sidebottom, H.W.; Treacy, J.; Nielsen, O.J., Kinetics and mechanism for the oxidation of 1,1,1-trichloroethane. *Int. J. Chem. Kinet.* (1990) v. 22 p. 577-590
- Nielsen, K.A., Polyamine content in relation to embryo growth and dedifferentiation in barley (*Hordeum vulgare* L.). *J. Exp. Bot.* (1990) v. 41 p. 849-854
- Nielsen, M., Preliminary treatment of meteorological data from project BA dense gas experiments. Risø-M-2882 (1990) 42 p.
- Nielsen, M.; Jensen, N.O.; Ott, S., Turbulence in a dense gas mixing layer. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 145-148
- Nielsen, O.J.; Donlon, M.; Sidebottom, H.W.; Treacy, J.J., Reactions of OH radicals with alkyl nitrates. I: Physico-chemical behaviour of atmospheric pollutants. 5. European Symposium, Varese, 25-28 Sep 1989. Restelli, G.; Angeletti, G. (eds.), (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990) (EUR-12542) (Air pollution research report, 30; Air pollution report series, 23) p. 309-314
- Nielsen, O.J.; Jørgensen, O.; Donlon, M.; Sidebottom, H.W.; O'Farrell, D.J.; Treacy, J., Rate constants for the gas-phase reactions of OH radicals with nitroethene, 3-nitropropene and 1-nitrocyclohexene at 298 K and 1 atm. *Chem. Phys. Lett.* (1990) v. 168 p. 319-323
- Nielsen, O.J.; Sidebottom, H.W.; Nelson, L.; Rattigan, O.; Treacy, J.J.; O'Farrell, D.J., Rate constants for the reactions of OH radicals and Cl atoms with diethyl sulfide, Di-n-propyl sulfide, and Di-n-butyl sulfide. *Int. J. Chem. Kinet.* (1990) v. 22 p. 603-612
- Nielsen, S.P., Modelling for collective dose assessment. I: Seminar on the radiological exposure of the population of the European Community from radioactivity in North European marine waters. Project MARINA. Proceedings. Seminar on the radiological exposure of the population of the European Community from radioactivity in North European marine waters. Project MARINA, Bruges, 14-16 Jun 1989. (Commission of the European Communities, Brussels, 1989) p. 313-327
- Nielsen, S.P., Observations in Denmark on the long-term transfer of Chernobyl radiocesium from soil to vegetation. I: Soil adhesion. 7. Working group soil-to-plant transfer factors. Uppsala, 27-29 Sep 1990. (RIVM, Bilthoven, 1990) p. 157-169
- Nielsen, S.P., Boksmødel for Nordsøen, danske farvande og Østersøen. I: Præsentationer ved det sjette danske havforskerskermøde. 6. Danske havforskerskermøde, Hirtshals, 25-27 Jan 1990. Buch, E.; Sørensen, M.I. (eds.), (Danmarks Miljøundersøgelser, København, 1990) (Faglig rapport fra DMU, 4) p. 95-98
- Nielsen, S.P.; Gryning, S.-E.; Karlberg, O.; Lyck, E.; Thykier-Nielsen, S., Dry deposition of  $^{88}\text{Rb}$  and  $^{138}\text{Cs}$  from a boiling water reactor plume. *Health Phys.* (1990) v. 58 p. 283-289
- Nielsen, T.; Pilegaard, K., Polycykliske aromatiske kulbrinter (PAH) omkring Københavns lufthavn. Risø-M-2816 (1990) 82 p.
- Nyrén, K.; Mikkelsen, T.; Thykier-Nielsen, S., PUFFY - a puff diffusion computer model. FOA-Report-C-40251-4.5 (1989) 34 p.
- Olsen, K.J.; Hansen, J.W.; Waligorski, M.P.R., ESR dosimetry in calibration intercomparisons with high-energy photons and electrons. *Appl. Radiat. Isot.* (1989) v. 40 p. 985-988
- Olsen, K.J.; Hansen, J.W.; Wille, M., Response of the alanine radiation dosimeter to high-energy photon and electron beams. *Phys. Med. Biol.* (1990) v. 35 p. 43-52
- Oxholm, A.; Heidenheim, M.; Larsen, E.; Batsberg, W.; Menné, T., Extraction and patch testing of methylcinnamate, a newly recognized fraction of Balsam of Peru. *Am. J. Contact Dermatitis* (1990) v. 1 (no.1) p. 43-46
- Pagsberg, P.; Rutajczak, E.; Sillesen, A., Kinetics and spectroscopy of combustion intermediates studied by pulse radiolysis combined with transient ultraviolet and infrared spectrophotometry. I: Cox, R.A. (ed.), Kinetics and mechanisms of elementary chemical processes of importance in combustion. Final report for the period 1 April 1986 to 30 June 1989. EUR-12772 (1990) p. 199-211
- Paulsen, J.L.; Lauridsen, K., Information flow in a decision support system for maintenance planning. I: SRE Symposium 1990. SRE Symposium 1990, Studsvik, 8-10 Oct 1990. (Society of Reliability Engineers. Scandinavian Chapter, Nyköping, 1990) Session J, 10 p.
- Pejtersen, A. Mark, Teaching novice users information retrieval through a data base system with icons. I: EURIT 90. (8 disketter type: MAC 3.5 2D 135 TPI). European conference on technology and education, Herning, 23-27 Apr 1990. (EURIT, Herning, 1990) E079.TXT Disk 4
- Pejtersen, A. Mark; Rasmussen, J., Intelligent systems for information retrieval and decision support in complex work situations. I: Expert systems in agricultural research. Workshop on expert systems in agricultural research, Ebeltoft, 4-5 Dec 1990. Skov, F.; Ballegaard, T.; Aggergaard Mikkelsen, S.; Fodsløtte Møller, M.; Kolind Rasmussen, L. (eds.), (Statens Planteavlsvforsøg; Statens
- Husdyrbrugsforsøg, Tjele, 1990) (Fællesberetning nr. SFI - 1990) p. 103-117
- Pejtersen, A. Mark; Goodstein, L.P., Beyond the desk top metaphor: Information retrieval with icon based interface. I: Visualization in human-computer interaction. Selected contributions. 7. Interdisciplinary workshop on informatics and psychology, Schärding, 24-27 May 1988. Gorny, P.; Tauber, M.J. (eds.), (Springer-Verlag, Berlin, 1990) p. 149-179
- Pilegaard, K., Preliminary environmental impact statement for the Kvanefjeld uranium mine. Risø-M-2875 (1990) 130 p.
- Qingjiang Chen; Dahlgaard, H.; Hansen, H.J.M.; Aarkrog, A., Determination of  $^{99}\text{Tc}$  in environmental samples by anion exchange and liquid-liquid extraction at controlled valency. *Anal. Chim. Acta* (1990) v. 228 p. 163-167
- Rasmussen, J., A model for the design of computer integrated manufacturing systems: Identification of information requirements of decision makers. *Int. J. Ind. Ergon.* (1990) v. 5 p. 5-16
- Rasmussen, J., Learning from experience? How? Some research issues in industrial risk management. I: Les facteurs humains de la fiabilité dans les systèmes complexes. Leplat, J.; Terssac, G. de (eds.), (Edition Octares, Marseille, 1990) p. 359-383
- Rasmussen, J., Human error and the problem of causality in analysis of accidents. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* (1990) v. 327 p. 449-462
- Rasmussen, J., Cognitive engineering approach to study of decision making in manufacturing and hospitals. Extended abstracts. I: International symposium computer world '90. Multimedia technology and artificial intelligence. Program and abstracts. International symposium computer world '90. Kobe, 7-9 Nov 1990. (Kobe Chambers of Commerce and Industry, Kobe, 1990) p. 89-95
- Rasmussen, J.; Pejtersen, A. Mark; Schmidt, K., Taxonomy for cognitive work analysis. Risø-M-2871 (1990) 153 p.
- Rasmussen, J.; Vicente, K.J., Coping with human errors through system design: Implications for ecological interface design. *Int. J. Man-Mach. Stud.* (1989) v. 31 p. 517-534
- Rasmussen, S.K., Molecular and physiological aspects of plant peroxidases. *Plant Mol. Biol. Rep.* (1990) v. 8 p. 313-314
- Rasmussen, U.; Munck, L.; Ullrich, S.E., Immunogold localization of chymotrypsin inhibitor-2, a lysine-rich protein, in developing barley endosperm. *Planta* (1990) v. 180 p. 272-277
- Roed, J., Deposition and removal of radioactive substances in an urban area. Final report of the NKA project AKTU-245. (Nordisk kontaktorgan for atomenergispørgsmål, Roskilde, 1990) (NORD, III) 92 p.
- Roed-Petersen, J.; Batsberg, W.; Larsen, E., Contact dermatitis from Naphthol AS. *Contact Dermatitis* (1990) v. 22 p. 161-163
- Rosendahl, L.; Vance, C.P.; Pedersen, W.B., Products of dark  $\text{CO}_2$  fixation in pea root nodules support bacteroid metabolism. *Plant Physiol.* (1990) v. 93 p. 12-19
- Rouault, M.; Larsen, S.E., Spray droplets under turbulent conditions. Risø-M-2847 (1990) 60 p.
- Schmidt, A.; Christiansen, K.; Astrup Jensen, A.; Nielsen, K.; Lange, M.; Andersen, O.; Grandjean, P.; Rasmussen, B.; Sørkjær, O.; Løkkegaard, K., Integreret miljø- og arbejds miljøvurdering af nye materialer. (Dansk Teknologisk Institut. Miljøteknik, Tåstrup, 1990) vp.
- Schmidt, K., Analysis of cooperative work. A conceptual framework. Risø-M-2890 (1990) 58 p.
- Schmidt, K.; Carstensen, P., Arbejdsanalyse. Teori og praksis. Risø-M-2889 (1990) 138 p.
- Sehested, K.; Christensen, H., The rate constant of the biomolecular reaction of hydrogen atoms at elevated temperatures. *Radiat. Phys. Chem.* (1990) v. 36 p. 499-500
- Sharpe, P.H.G.; Miller, A.; Bjergbakke, E., Dose rate effects in the dichromate dosimeter. *Radiat. Phys. Chem.* (1990) v. 35 p. 757-761
- Sidebottom, H.W.; Rattigan, O.; Treacy, J.J.; Nielsen, O.J., Atmospheric removal processes for chlorine-containing compounds. I: Physico-chemical behaviour of atmospheric pollutants. 5. European Symposium, Varese, 25-28 Sep 1989. Restelli, G.; Angeletti, G. (eds.), (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990) (EUR-12542) (Air pollution research report, 30; Air pollution report series, 23) p. 220-224
- Skytte Jensen, B.; Jensen, H., Geochemical modelling. Progress report for the period 1 Aug 1988 to 1 Aug 1989. (Risø National Laboratory. Chemistry Department, Roskilde, 1989) 32 p.
- Sommer, S.G.; Christensen, B.T.; Grønbech Hansen, J.; Asman, W.; Grundahl, L.; Schiørring, J.K.; Saxe, H.; Jensen, E.S., På sporet af atmosfærisk ammoniak. *Vand og Miljø* (1989) v. 6 (no.2) p. 56-62
- Sørensen, A.; Hansen, H., Naturlig stråling i forbindelse med produktion og anvendelse af kunstgødning. Bilagsrapport 5 til projekt RAS-430. I: Naturlig stråling, kjernekræftsvækkelse og kemiske risikofaktorer. Christensen, T.; Mustonen, R.; Ehdwall, H.; Hansen, H.; Strandén, E.; Sørensen, A., (Statens Institutt for Strålehygiene, Østerås, 1990) (SIS-R-1990-1) 15 p.



Sørensen, E.; Koefod, S.; Lundgaard, T., Uranium recovery by leaching with sodium carbonate at high temperature and pressure. *Risø-M-2876* (1990) 93 p.

Thuesen, I.; Heydorn, K., Instrumental neutron activation analysis of ED I-II pottery from the Diyala Region and Farukhabad. I: Uch Tepe II. Technical reports. Gibson, M. (ed.), (University of Copenhagen. The Carsten Niebuhr Institute, Copenhagen, The University of Chicago, The Oriental Institute, Chicago, 1990) p. 65-89

Thykyer-Nielsen, S.; Mikkelsen, T.; Larsen, S.E.; Troen, I.; Baas, A.F. de; Kamada, R.; Skupniwicz, C.; Seachner, G., A real-time Puff-model for accidental releases in complex terrain. I: Proceedings of the 2. international workshop on real-time computing of the environmental consequences of an accidental release to the atmosphere from a nuclear installation. Decision aids to offsite emergency management. Vol. 1. 2. International workshop on real-time computing of the environmental consequences of an accidental release to the atmosphere from a nuclear installation. Decision aids to offsite emergency management, Luxembourg, 16-19 May 1989. (Commission of the European Communities, Brussels, 1990) (EUR-12320(v.1)) p. 127-149

Thykyer-Nielsen, S.; Mikkelsen, T.; Kamada, R.; Drake, S.A., Wind flow model evaluation study for complex terrain. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 421-424

Vicente, K.J.; Rasmussen, J., The ecology of human-machine systems II: Mediating direct perception in complex work domains. *Ecol. Psychol.* (1990) v. 2 (no.3) p. 207-249

Vicente, K.J.; Rasmussen, J., Ecological interfaces: A technological imperative in high tech systems. *Int. J. Hum. Comp. Interact.* (1990) v. 2 (no.2) p. 97-111

Walmod-Larsen, O. (ed.), The Nordic Chernobyl Data Base. Environmental radioactivity measurements. Final report of the NKA project AKT 242. (Nordisk Kontaktorgan for Atomenergispørgsmål, Roskilde, 1990) (NORD, 55) 20 p.

Wilbrandt, R.; Langkilde, F.W.; Negri, F.; Orlandi, G.; Brouwer, A.M., The lowest excited triplet state of stilbene: Time-resolved resonance Raman spectra. I: 13. IUPAC symposium on photochemistry. Abstracts of oral and poster contributions. 13. IUPAC symposium on photochemistry, University of Warwick, Coventry, 22-28 Jul 1990. (The Royal Society of Chemistry, London, 1990) p. 161

Wilbrandt, R.; Langkilde, F.W.; Brouwer, A.M.; Negri, F.; Orlandi, G., Time-resolved

resonance Raman spectroscopy of 1,3,5-hexatrienes in the lowest excited triplet state. The potential energy surface in T<sub>1</sub>. *J. Mol. Struct.* (1990) v. 217 p. 151-160

Zhang Xiu Zhen, Procedures to analyse gamma-ray spectra obtained from the ORTEC or nuclear data ND-680 system by ORTEC's analysis software packages incorporated into a separate IBM-PC computer. *Risø-M-2897* (1990) 23 p.

## Materialer

Almdal, K.; Rosedale, J.H.; Bates, F.S.; Wignall, G.D.; Fredrickson, G.H., Gaussian-stretched-coil transition in block copolymer melts. *Phys. Rev. Lett.* (1990) v. 65 p. 1112-1115

Almdal, K.; Rosedale, J.H.; Bates, F.S., Order-disorder transition in binary mixtures of nearly symmetric diblock copolymers. *Macromolecules* (1990) v. 23 p. 4336-4338

Als-Nielsen, J.; Grey, F., X-ray reflectivity of a 200 layer W<sub>75</sub>Si<sub>75</sub> multilayer crystal. *Risø-M-2846* (1990) 21 p.

Als-Nielsen, J.; Kjær, K., X-Ray reflectivity and diffraction studies of liquid surfaces and surfactant monolayers. I: Phase transitions in soft condensed matter. NATO Advanced Study Institute on phase transitions in soft condensed matter, Geilo, 4-14 Apr 1989. Riste, T.; Sherrington, D. (eds.), (Plenum Press, New York, 1989) (NATO Advanced Science Institutes Series B: Physics, 211) p. 113-138

Als-Nielsen, J.; Skov Pedersen, J., Synkrotronstråling. I: Fysikkens spor. Christensen, C.; Clausen, C.; Felsager, B. (eds.), (Gyldendal, København, 1990) p. 182-183

Ananthan, V.S.; Jeffers, T.; Hansen, N., Cell and band structures in cold-rolled polycrystalline copper. I: Microstructure and mechanical processing. Abstracts. Microstructure and mechanical processing, University of Cambridge, 28-30 Mar 1990. (The Institute of Metals, London, 1990) p. 4

Andersen, N.H.; Kjems, J.K., De nye superledere. I: Fysikkens spor. Christensen, C.; Clausen, C.; Felsager, B. (eds.), (Gyldendal, København, 1990) p. 102-103

Andersen, N.H.; Lebeck, B.; Poulsen, H.F., Structural phase diagram and equilibrium oxygen partial pressure of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6+x</sub>. (PS-08.05.21). *Acta Cryst. A Suppl.* (1990) v. 46 p. C-321

Andersen, N.H.; Lebeck, B.; Poulsen, H.F., The structural phase diagram and oxygen equilibrium partial pressure of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6+x</sub> studied by neutron powder diffraction and gas volumetry. *Physica C* (1990) v. 172 p. 31-42

Andersen, N.H.; Lebeck, B.; Poulsen, H.F., Structural phase diagram and equilibrium

oxygen partial pressure of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6+x</sub>. *J. Less-Common Metal.* (1990) v. 164/165 p. 124-131

Andersen, N.H.; Lebeck, B.; Mangelschots, J.; Wisniewski, A., Neutron powder diffraction and gas volumetry studies of the crystal structure and oxidation properties of Nd<sub>1.80</sub>Ce<sub>0.15</sub>CuO<sub>4-y</sub>. I: Powder diffraction. Abstracts. Satellite meeting of the 15. congress of the International Union of Crystallography, Toulouse, 16-19 Jul 1990. (IUC XV, Bordeaux, 1990) p. 123-124

Andersen, N.H.; Lebeck, B.; Poulsen, H.F., Structural phase diagram and equilibrium oxygen partial pressure of YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6+x</sub>. I: 15. Congress of the International Union of Crystallography. Collected abstracts. 15. Congress of the International Union of Crystallography, Bordeaux, 19-28 Jul 1990. Authier, A. (ed.), (Association Française de Cristallographie, Bordeaux, 1990) p. C-321

Andersen, S.A.; Bækmark, L., A fast-acting hydrogen gas source for staged pneumatic high-speed acceleration of fusion plasma fuel pellets. *Risø-M-2857* (1990) 36 p.

Andersen, S.A.; Bækmark, L., Fast-switching, high-temperature propellant source for multistage pneumatic acceleration of hydrogen fuel pellets. *Rev. Sci. Instrum.* (1990) v. 61 p. 1991-1993

Andersen, S.I.; Brøndsted, P., Modellering af stål for beregning af cykliske, termiske og mekaniske belastninger. I: Valg af materialer. Dansk Metallurgisk Selskabs vintermøde, Ry, 3-5 Jan 1990. Lilholt, H.; Gundel, P.H. (eds.), (Dansk Metallurgisk Selskab, Lyngby, 1990) p. 13-32

Andreassen, H.; Bohr, H.; Bohr, J.; Brunak, S.; Bugge, T.; Cotterill, R.M.J.; Jacobsen, C.; Kusk, P.; Laurup, B.; Petersen, S.B.; Sørmark, T.; Ulrich, K., Analysis of the secondary structure of the human immunodeficiency virus (HIV) proteins p17, gp120, and gp41 by computer modeling based on neural network methods. *J. Acquired Immune Defic. Syndr.* (1990) v. 3 p. 615-622

Annala, A.J.; Clausen, K.N.; Lindgård, P.-A.; Lounasmaa, O.V.; Oja, A.S.; Siemsmeyer, K.; Steiner, M.; Tuoriniemi, J.T.; Weinfurter, H., Nuclear order in copper: New type of antiferromagnetism in an ideal fcc system. *Phys. Rev. Lett.* (1990) v. 64 p. 1421-1424

Annala, A.J.; Clausen, K.N.; Hakonen, P.J.; Lindgård, P.-A.; Lounasmaa, O.V.; Nummila, K.K.; Oja, A.S.; Siemsmeyer, K.; Steiner, M.; Tuoriniemi, J.T.; Weinfurter, H.; Viertio, H.E., Neutron diffraction experiments on ordered silver nuclei at Picokelvin temperatures. A feasibility study. *Risø-M-2874* (1990) 36 p.

Annala, A.J.; Clausen, K.N.; Lindgård, P.-A.; Lounasmaa, O.V.; Oja, A.S.; Siemsmeyer, K.; Steiner, M.; Tuoriniemi, J.T.; Weinfurter, H., Nuclear order in copper: New type of antiferromagnetism in an ideal FCC system. *Physica B* (1990) v. 165/166 p. 779-780

Annala, A.J.; Clausen, K.N.; Lindgård, P.-A.; Lounasmaa, O.V.; Oja, A.S.; Siemsmeyer, K.; Tuoriniemi, J.T.; Weinfurter, H., Nuclear antiferromagnetic phases of copper in a field. *Physica B* (1990) v. 165/166 p. 781-782

Annala, A.J.; Clausen, K.N.; Oja, A.S.; Siemsmeyer, K.; Steiner, M.; Tuoriniemi, J.T.; Weinfurter, H., Kinetics, hysteresis and nonadiabaticity of the phase transitions in the nuclear spin system of copper. *Physica B* (1990) v. 165/166 p. 783-784

Applied Laser Physics Section. Annual progress report 1 Jan - 31 Dec 1989. Hanson, S.G.; Lading, L. (eds.), *Risø-M-2865* (1990) 12 p.

Bentzen, J.J.; Bilde-Sørensen, J.B.; Christiansen, N.; Horswell, A.; Ralph, B. (eds.), Structural ceramics processing, microstructure and properties. II. *Risø international symposium on metallurgy and materials science, Risø, 3-7 Sep 1990.* (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) 539 p.

Bentzen, J.J.; Schwartzbach, H., Electrical conductivity, structure, and thermal expansion behaviour of ZrO<sub>2</sub>-CeO<sub>2</sub>-Gd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> solid solutions. *Solid States Ionics* (1990) v. 40/41 p. 942-946

Berg, R.; Almdal, K.; Batsberg Pedersen, W.; Holm, A.; Tam, J.P.; Merrifield, R.B., Polystyrene-grafted polyethylene: Design of film and felt matrices for solid-phase peptide synthesis. I: Innovation and perspectives in solid phase synthesis. Peptides, polypeptides and oligonucleotides. Macro-organic reagents and catalysts. 1. International symposium, Oxford, 29 Aug - 2 Sep 1989. Epton, R. (ed.), (SPCC, Birmingham, 1990) p. 453-459

Berg, R.; Almdal, K.; Batsberg Pedersen, W.; Holm, A.; Tam, J.P.; Merrifield, R.B., A simple approach to rapid parallel synthesis of multiple peptide analogs. I: Peptides. Chemistry, structure and biology. II. American peptide symposium, La Jolla, CA, 9-14 Jul 1989. Rivier, J.E.; Marshall, G.R. (eds.), (ESCOM, Leiden, 1990) p. 1036-1037

Berg, R.H.; Almdal, K.; Pedersen, W.; Batsberg; Holm, A., Faste bærematerialer til anvendelse i biosystemer. DK Patent 90559 A (2 Mar 1990)

Berg, R.H.; Almdal, K.; Pedersen, W.; Batsberg; Holm, A.; Tam, J.P.; Merrifield, R.B., Peptide synthesis methods and solid support for use in the method. US Patent 239525 A (1 Sep 1988); WO Patent 89DK201 A (31 Aug 1989); AU Patent 8942258 A (31 Aug 1989)

Berg, R.H.; Almdal, K.; Batsberg Pedersen, W.; Holm, A.; Tam, J.P.; Merrifield, R.B., Long-chain polystyrene-grafted polyethylene film matrix: A new support for solid-phase peptide synthesis. *J. Am. Chem. Soc.* (1989) v. 111 p. 8024-8026

Berg, R.H.; Almdal, K.; Batsberg Pedersen, W.; Holm, A.; Tam, J.P.; Merrifield, R.B., Peptide

synthesis on polystyrene-grafted polyethylene sheets. I: Peptides 1988. Proceedings of the 20. European peptide symposium. 20. European peptide symposium, Tübingen, 4-9 Sep 1988. Jung, G.; Bayer, E. (eds.), (Walter de Gruyter, Berlin, 1989) p. 196-198

Berg, R.H.; Almdal, K.; Batsberg Pedersen, W.; Holm, A.; Tam, J.P.; Merrifield, R.B., Film-supported solid-phase peptide synthesis. I: 21. European peptide symposium. Program and abstracts. 21. European peptide symposium, Platja d'Aro, Costa Brava, 2-8 Sep 1990. (Universitat de Barcelona, Barcelona, 1990) p. 130

Bernasconi, A.; Sleator, T.; Posselt, D.; Ott, H.R., Dynamic technique for measurement of the thermal conductivity and the specific heat: Application to silica aerogels. *Rev. Sci. Instrum.* (1990) v. 61 p. 2420-2426

Bohr, H. (ed.), Proceedings of the symposium characterising complex systems. Interdisciplinary workshop on complexity and chaos. Symposium on characterising complex systems, Risø, 2 Jun 1989. (World Scientific Publishing Co., Singapore, 1990) 208 p.

Bohr, H.; Bech Nielsen, H., Limits where chaos tends to order and complexity to regularity. I: Proceedings of the symposium characterising complex systems. Interdisciplinary workshop on complexity and chaos. Symposium on characterising complex systems, Risø, 2 Jun 1989. Bohr, H. (ed.), (World Scientific Publishing Co., Singapore, 1990) p. 192-202

Bohr, H.; Bohr, J.; Brunak, S.; Cotterill, R.M.J.; Fredholm, H.; Laurup, B.; Petersen, S.B., A novel approach to prediction of the 3-dimensional structures of protein backbones by neural networks. *FEBS Lett.* (1990) v. 261 p. 43-46

Bohr, H.; Ipsen, J.H., Differential geometry and topology of biological membranes. I: Proceedings of the symposium characterising complex systems. Interdisciplinary workshop on complexity and chaos. Symposium on characterising complex systems, Risø, 2 Jun 1989. Bohr, H. (ed.), (World Scientific Publishing Co., Singapore, 1990) p. 74-79

Bohr, J., Magnetic X-ray scattering: A new tool for magnetic structure investigations. *J. Magn. Magn. Mater.* (1990) v. 83 p. 530-534

Bohr, J.; Broddin, D.; Loiseau, A., Homogeneous nucleated annihilation of the 2q phase in Cu<sub>0.78</sub>Pd<sub>0.22</sub>. *Phys. Rev. B* (1990) v. 42 p. 1052-1055

Bohr, J.; Gibbs, D.; Huang, K., X-ray diffraction studies of the magnetic state of thulium. *Phys. Rev. B* (1990) v. 42 p. 4322-4328

Borum, K.K.; Gundtoft, H.E., Ikke destruktiv undersøgelse af keramik med ultralyd. *Keramisk Information. Nyt Fra Centret for Avanceret Teknisk Keramik* (1990) (no.1/2) p. 4-7



- Brown, W.; Nicolai, T.; Hvidt, S.; Stepanek, P., Relaxation time distributions of entangled polymer solutions from dynamic light scattering and dynamic mechanical measurements. *Macromolecules* (1990) v. 23 p. 357-359
- Castán, T.; Lindgård, P.-A.,  $n = 1/4$  domain-growth universality class: Crossover to the  $n = 1/2$  class. *Phys. Rev. B* (1990) v. 41 p. 2534-2536
- Chang, C.T., The ablatant state of a hydrogen pellet during its passage in a tokamak. *Phys. Scr.* (1990) v. 42 p. 584-598
- Chou, H.; Shapiro, S.M.; Lyons, K.B.; Kjems, J.; Rytz, D., Soft-mode behaviour and the dipolar glass transition in  $\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ . *Phys. Rev. B* (1990) v. 41 p. 7231-7234
- Christensen, J., Sammenføjning af teknisk keramik. Baggrund og foreløbige resultater. *Keramisk Information. Nyt fra Centeret for Avanceret Teknisk Keramik* (1990) (no.1/2) p. 7-10
- Chumside, J.H.; Hanson, S.G.; Clifford, S.F., Optical remote sensing of wind and turbulence using double spatial filtering of scintillations. I: Optical remote sensing of the atmosphere topical meeting. Summaries of papers. Optical remote sensing of the atmosphere topical meeting. Incline Village, NV, 12-15 Feb 1990. (Optical Society of America, Washington, DC, 1990) (1990 Technical Digest Series, 4) p. 470-473
- Clausen, C.; Holm, P.M., Origin of the acidic volcanics of the Tolfa district, Tuscan Province, central Italy: An elemental and Sr-isotopic study. *Contrib. Mineral. Petrol.* (1990) v. 105 p. 403-411
- Costley, A.E.; Bindslev, H.; Boyd, D.A.; Hoekzena, J.A.; Hughes, T.P.; O'Brian, M., A high power 140 GHz collective scattering diagnostic to measure fast-ion and alpha particle distributions in JET: Physics aspects. I: Papers presented at joint workshop on ECE and ECRH (EC7). Joint workshop on ECE and ECRH (EC7), Hefei, CN, May 1989. Costley, A.E. (ed.), JET-P-89-53 (1989) p. 1-14
- Coutsias, E.A.; Huld, T.; Lynov, J.P., Numerical studies of the evolution of coherent structures in two-dimensional shear flow. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 212-215
- D'Amico, K.L.; Bohr, J.; Moncton, D.E.; Gibbs, D., Melting and orientational epitaxy in argon and xenon monolayers on graphite. *Phys. Rev. B* (1990) v. 41 p. 4368-4376
- Ellegaard, O.; Schou, J.; Sørensen, H., Sputtering of volatile solids from nonoverlapping subspikes. *Europhys. Lett.* (1990) v. 12 p. 459-464
- Elsenhans, O.; Furrer, A.; Clausen, K.N.; Walker, E., Unusual magnetic behaviour of the disorder antiferromagnetic compound  $\text{NdAl}_{0.8}\text{Ga}_{1.2}$  studied by neutron scattering. *J. Phys. Condens. Matter* (1990) v. 2 p. 4737-4746
- El-Sayed Ali, M.; El-Houte, S.; Sørensen, O.T., Preparation and mechanical properties of ceria doped tetragonal zirconia/alumina ceramics. I: Structural ceramics processing, microstructure and properties. II. Riso international symposium on metallurgy and materials science, Riso, 3-7 Sep 1990. Bentzen, J.J.; Bilde-Sørensen, J.B.; Christiansen, N.; Horwell, A.; Ralph, B. (eds.), (Riso National Laboratory, Roskilde, 1990) p. 263-268
- El-Sayed Ali, M.; El-Houte, S.; Sørensen, O.T., Properties of ceria doped tetragonal zirconia ceramics prepared by coprecipitation technique. I: Structural ceramics processing, microstructure and properties. II. Riso international symposium on metallurgy and materials science, Riso, 3-7 Sep 1990. Bentzen, J.J.; Bilde-Sørensen, J.B.; Christiansen, N.; Horwell, A.; Ralph, B. (eds.), (Riso National Laboratory, Roskilde, 1990) p. 269-276
- Feidenhans'l, R.; Grey, F.; Johnson, R.L.; Mochire, S.G.J.; Bohr, J.; Nielsen, M., Chemisorption of oxygen on Cu(110). (PS-09.01.08). *Acta Cryst. A Suppl.* (1990) v. 46 p. C-374
- Feidenhans'l, R.; Grey, F.; Johnson, R.L.; Mochire, S.G.J.; Bohr, J.; Nielsen, M., Oxygen chemisorption on Cu(110): A structural determination by X-ray diffraction. *Phys. Rev. B* (1990) v. 41 p. 5420-5423
- Feidenhans'l, R.; Grey, F.; Nielsen, M.; Besenbacher, F.; Jensen, F.; Lægsgaard, E.; Stensgaard, I.; Jacobsen, K.W.; Nørskov, J.K.; Johnson, R.L., Oxygen chemisorption on Cu(110): A model for the  $c(6 \times 2)$  structure. *Phys. Rev. Lett.* (1990) v. 65 p. 2027-2030
- Feidenhans'l, R.; Grey, F.; Nielsen, M.; Johnson, R.L., Structure and ordering of metal overlayers on Si(111) and Ge(111) surfaces. I: Kinetics of ordering and growth at surfaces. NATO advanced research workshop on kinetics of ordering and growth at surfaces, Acquafredda di Maratea, 18-22 Sep 1989. Lagally, M.G. (ed.), (Plenum Press, New York, 1990) (NATO Advanced Science Institutes Series B: Physics, 239) p. 189-207
- Foreman, A.J.E.; Singh, B.N., Diffusion of helium along grain boundaries during irradiation. *Diffus. Defect Data Pt. A* (1989) v. 66/69 p. 837-842
- Foreman, A.J.E.; Singh, B.N., The role of collision cascades and helium atoms in cavity nucleation. *Radiat. Eff. Defects Solids* (1990) v. 113 p. 175-194
- Gordes, P., Solid oxide fuel cell interconnection materials based on  $\text{LaCrO}_3$ . *Riso-M-2867* (1990) 80 p.
- Green, W.V.; Victoria, M.; Leffers, T.; Singh, B.N. (eds.), Proceedings of the workshop on effects of recoil energy spectrum and nuclear transmutations on the evolution of microstructure. Effects of recoil energy spectrum and nuclear transmutations on the evolution of microstructure, Lugano, 24-29 Mar 1988. (Gordon and Breach, New York, 1990) (Radiat. Eff. Defects Solids, 113) 262 p.
- Grey, F.; Broccolis, cauliflowers and minarets. I: Proceedings of the symposium characterising complex systems. Interdisciplinary workshop on complexity and chaos. Symposium on characterising complex systems, Riso, 2 Jun 1989. Bohr, H. (ed.), (World Scientific Publishing Co., Singapore, 1990) p. 205-208
- Grey, F.; Feidenhans'l, R.; Zegenhagen, J.; Johnson, R.L.; Nielsen, M., Si(111)  $5.6 \times 5.6$ -Cu: A silicide precursor. (PS-09.01.07). *Acta Cryst. A Suppl.* (1990) v. 46 p. C-373
- Grey, F.; Feidenhans'l, R.; Skov Pedersen, J.; Nielsen, M.; Johnson, R.L., Pb/Ge(111)xl: An anisotropic two-dimensional liquid. *Phys. Rev. B* (1990) v. 41 p. 9519-9522
- Gråbæk, L., X-ray diffraction studies of Kr, Xe and Pb inclusions in aluminium. *Riso-M-2868* (1990) 99 p.
- Gråbæk, L.; Bohr, J.; Johnson, E.; Johansen, A.; Sarholt-Kristensen, L.; Andersen, H.H., Superheating and supercooling of lead precipitates in aluminium. *Phys. Rev. Lett.* (1990) v. 64 p. 934-937
- Gundtoft, H.E.; Bonum, K.K., Ultrasonic non-destructive evaluation of ceramics. I: Structural ceramics processing, microstructure and properties. II. Riso international symposium on metallurgy and materials science, Riso, 3-7 Sep 1990. Bentzen, J.J.; Bilde-Sørensen, J.B.; Christiansen, N.; Horwell, A.; Ralph, B. (eds.), (Riso National Laboratory, Roskilde, 1990) p. 319-326
- Gübel, H.D.; Kjer, K.; Als-Nielsen, J.; Möhwald, H., Reorientation of aliphatic tails during the photopolymerization of a diacetylenic lipid. *Thin Solid Films* (1989) v. 179 p. 41-52
- Hansen, N., Deformation microstructures. I: Microstructure and mechanical processing. Abstracts. Microstructure and mechanical processing, University of Cambridge, 28-30 Mar 1990. (The Institute of Metals, London, 1990) p. 1
- Hansen, N., Cold deformation microstructures. *Mater. Sci. Technol.* (1990) v. 6 p. 1039-1047
- Hansen, N.; Juul Jensen, D., Recrystallization of metals containing particles and fibres. I: International conference on recrystallization in metallic materials. Proceedings. I. International conference on recrystallization in metallic materials. Recrystallization '90, Wolfongong, 22-26 Jan 1990. Chandra, T. (ed.), (The Minerals, Metals and Materials Society, Warrendale, PA, 1990) p. 79-88
- Hanson, S.G., Optiske sensorer måler uden at røre. *Automatik* (1990) v. 15 (no.5) p. 14
- Hanson, S.G.; Hansen, B.H.; Damgaard, P., Differential electronic speckle interferometry: Application and limitations in non-destructive testing. I: Proceedings of the 9. International conference on experimental mechanics. Vol. 5. 9. International conference on experimental mechanics, Copenhagen, 20-24 Aug 1990. (Department of Structural Engineering, Technical University of Denmark, Copenhagen, 1990) p. 1949-1958
- Horwell, A., Solid sodium particles in aluminium. *Phil. Mag. B* (1990) v. 62 p. 647-658
- Hughes, D.A.; Hansen, N., The effect of deformation mode on substructural evolution and the formation of shear instabilities. I: Microstructure and mechanical processing. Abstracts. Microstructure and mechanical processing, University of Cambridge, 28-30 Mar 1990. (The Institute of Metals, London, 1990) p. 3
- Huld, T., Experimental and numerical investigations of plasma turbulence. *Riso-M-2858* (1990) 105 p.
- Huld, T.; Nielsen, A.H.; Pécseli, H.L.; Juul Rasmussen, J., Plasma vortices and their relation to cross-field diffusion: A laboratory study. *Phys. Rev. Lett.* (1990) v. 64 p. 3023-3026
- Huld, T.; Nielsen, A.H.; Pécseli, H.L.; Juul Rasmussen, J., Identification of coherent structures in two dimensional turbulent flows. I: Contributed papers and abstracts of invited lectures and progress reports. 15. Summer school and international symposium on the physics of ionized gases, Dubrovnik, 3-7 Sep 1990. Veza, D. (ed.), (Institute of Physics of the University Zagreb, Zagreb, 1990) p. 319
- Huld, T.; Nielsen, A.H.; Pécseli, H.L.; Juul Rasmussen, J., Identification of coherent structures in two-dimensional turbulent flows. I: 9. Symposium on turbulence and diffusion. 9. Symposium on turbulence and diffusion, Roskilde, 30 Apr - 3 May 1990. Jensen, N.O.; Kristensen, L.; Larsen, S.E. (eds.), (American Meteorological Society, Boston, MA, 1990) p. 266-269
- Huld, T.; Pécseli, H.L.; Juul Rasmussen, J., Ion-acoustic wave propagation in plasmas with ion beams having a finite cross section. *IEEE Trans. Plasma Sci.* (1990) v. 18 p. 149-158
- Hvidt, S.; Janmey, P.A., Elasticity and flow properties of actin gels. *Makromol. Chem. Macromol. Symp.* (1990) v. 39 p. 209-213
- Hvilsted, S., A route to quantitative  $^{13}\text{C}$  NMR analysis of multicomponent polyesters. I: 9. European symposium on polymer spectroscopy. Book of abstracts. 9. European symposium on polymer spectroscopy, Köln, 25-27 Sep 1990. (Deutsche Forschungsgemeinschaft, Köln, 1990) p. 36
- Hvilsted, S.; Andruzzi, F.; Paci, M.; Lupinacci, D., Synthesis and characterization of comb-shaped polyesters from 2,2-dioctadecyl-1,3-propanediol and phthalic acids. I: Polycondensation and related reactions. Polymers, properties and processes. Abstracts. 2. AIM Conference on advanced topics in polymer science, Gargnano, 10-15 Jun 1990. Berti, C.; Pilati, F. (ed.), (Associazione Italiana di Scienza e Tecnologia delle Macromolecole, Gargnano, 1990) p. 67
- Hvilsted, S.; Andruzzi, F.; Paci, M., Synthesis and characterization of comb-shaped polyesters from 2-octadecyl- and 2,2-dioctadecyl-1,3-propanediol and diphenyl esters. I: 33. IUPAC International symposium on macromolecules. Book of abstracts. 33. IUPAC International symposium on macromolecules, Montreal, 8-13 Jul 1990. (IUPAC, Montreal, 1990) Session I.9.4
- Jacquemain, D.; Grayer Wolf, S.; Leveiller, F.; Lahav, M.; Leiserowitz, L.; Deutsch, M.; Kjer, K.; Als-Nielsen, J., Dynamics of two-dimensional self-aggregation: Pressure and pH-induced structural changes in a fluorocarbon amphiphile at liquid-air interfaces. An x-ray synchrotron study. *J. Am. Chem. Soc.* (1990) v. 112 p. 7724-7736
- Janmey, P.A.; Hvidt, S.; Oster, G.F.; Lamb, J.; Stossel, T.P.; Hartwig, J.H., Effect of ATP on actin filament stiffness. *Nature* (1990) v. 347 p. 95-99
- Janmey, P.A.; Hvidt, S.; Lamb, J.; Stossel, T.P., Resemblance of actin-binding protein/actin gels to covalently crosslinked networks. *Nature* (1990) v. 345 p. 89-92
- Jensen, K.O.; Eldrup, M.; Linderroth, S.; Evans, J.H., Influence of krypton physisorption on the positron surface state lifetime: Rates of positron trapping into cavities. *J. Phys. Condens. Matter* (1990) v. 2 p. 2081-2091
- Jensen, V.O., Kold fusion, varm fusion og pressen. *Ingeniøren* (1990) v. 16 (no.7) p. 10
- Jensen, V.O.; Sørensen, H., Piller af kold brint nærer fusionen. *Ingeniøren* (1990) v. 16 (no.2) p. 15
- Johansen, P.M., Frequency analysis of the photo refractive band transport model and its applications in multifrequency wave mixing. I: Optical information processing systems and architectures. Optical information processing systems and architectures, San Diego, CA, 8-11 Aug 1990. Javid, B. (ed.), (International Society for Optical Engineering, Bellingham, WA, 1990) (SPIE Proceedings, 1151) p. 534-543



- Johnson, E.; Gråbæk, L.; Bohr, J.; Johansen, A.; Sarholt-Kristensen, L.; Andersen, H.H., Lead inclusions in aluminium. I: Beam-solid interactions: Physical phenomena. Materials Research Society symposium, Boston, MA, 27 Nov - 1 Dec 1989. Knapp, J.A.; Børgesen, P.; Zuhre, R.A. (eds.), (Materials Research Society, Pittsburgh, PA, 1990) (Materials Research Society symposium proceedings, 157) p. 247-252
- Jovanovic, D.; Pécseli, H.L.; Juul Rasmussen, J., Interaction of plasma vortices with resonant particles. *Phys. Fluids B* (1990) v. 2 p. 2035-2041
- Juul Jensen, D., Texture transformation during annealing in-situ measurements and computer modelling. *Nondestr. Test. Eval.* (1990) v. 5 p. 335-347
- Juul Jensen, D.; Hansen, N.; Liu, Y.L., Effect of recrystallization temperature on texture and grain size of an Al-SiC composite. I: Microstructure and mechanical processing. Abstracts. Microstructure and mechanical processing, University of Cambridge, 28-30 Mar 1990. (The Institute of Metals, London, 1990) p. 73
- Juul Jensen, D.; Hansen, N., Modelling of recrystallization texture and microstructure. I: International conference on recrystallization in metallic materials. Proceedings. I. International conference on recrystallization in metallic materials. Recrystallization '90, Wollongong, 22-26 Jan 1990. Chandra, T. (ed.), (The Minerals, Metals and Materials Society, Warrendale, PA, 1990) p. 661-666
- Juul Jensen, D.; Hansen, N., Flow stress anisotropy in aluminium. *Acta Metall. Mater.* (1990) v. 38 p. 1369-1380
- Juul Jensen, D.; Schmidt, N.H., An automatic on-line technique for determination of crystallographic orientations by EBSP. I: International conference on recrystallization in metallic materials. Proceedings. I. International conference on recrystallization in metallic materials. Recrystallization '90, Wollongong, 22-26 Jan 1990. Chandra, T. (ed.), (The Minerals, Metals and Materials Society, Warrendale, PA, 1990) p. 219-224
- Karpman, V.I.; Hansen, F.R.; Huld, T.; Lynov, J.P.; Pécseli, H.L.; Juul Rasmussen, J., Nonlinear evolution of the modulational instability of whistler waves. *Phys. Rev. Lett.* (1990) v. 64 p. 890-893
- Karpman, V.I.; Hansen, F.R.; Huld, T.; Lynov, J.P.; Pécseli, H.L.; Juul Rasmussen, J., Nonlinear stage of the modulational instability of whistler waves. I: Nonlinear world. Vol. 2. 4. International workshop on nonlinear and turbulent processes in physics, Kiev, 9-22 Oct 1989. Bar'yaktar, V.G. (ed.), (World Scientific, Singapore, 1990) p. 882-897
- Karpman, V.I.; Shagalov, A.G.; Juul Rasmussen, J., Modulational instability due to nonlinear coupling between high- and low-frequency waves: A study of truncated systems. *Phys. Lett. A* (1990) v. 147 p. 119-124
- Keen, D.A.; McGreevy, R.L.; Hayes, W.; Clausen, K.N., Structural disorder in AgBr: Reverse Monte Carlo analysis of powder neutron-diffraction data. *Phil. Mag. Lett.* (1990) v. 61 p. 349-357
- Kindl, B.; Hansen, N.; Sørensen, O.T., Ceramic manufacture with inorganic processing aids. I: Structural ceramics processing, microstructure and properties. II. Risø international symposium on metallurgy and materials science, Risø, 3-7 Sep 1990. Bentzen, J.J.; Bilde-Sørensen, J.B.; Christiansen, N.; Horsewell, A.; Ralph, B. (eds.), (Risø National Laboratory, Roskilde, 1990) p. 371-376
- Kindl, B.; Liu, Y.-L.; Hansen, N., Fremstilling af materialer. DK patent 893366 A (6 Jul 1989)
- Kjær, K., Structural studies of Langmuir monolayers on water. (MS-09.01.05). *Acta Cryst. A Suppl.* (1990) v. 46 p. C-373
- Knorr, G.; Lynov, J.P.; Pécseli, H.L., Self-organization in three-dimensional hydrodynamic turbulence. *Z. Naturforsch.* (1990) v. 45a p. 1059-1073
- Lading, L., ICO 15, DOPS-Nyt (1990) v. 5 (no.4) p. 3-4
- Lading, L., Besøg i Moskva. DOPS-Nyt (1990) v. 5 (no.2) p. 4-5
- Lading, L.; Jørgensen, T. Martini, Maximizing the information transfer in a quantum-limited light-scattering system. *J. Opt. Soc. Am. A* (1990) v. 7 p. 1324-1331
- Lading, L.; Jørgensen, T. Martini, Figures of merit and synthesis of optimum laser anemometer configurations. I: 5. International symposium on application of laser techniques to fluid mechanics. 5. International symposium on application of laser techniques to fluid mechanics and workshop on the use of computers in flow measurements, Lisbon, 9-12 Jul 1990. (Universidade Tecnica de Lisboa, Lisbon, 1990) Paper 29.4
- Lander, G.H.; Brooks, M.S.S.; Lebech, B.; Brown, P.J.; Vogt, F.O.; Mattenberger, K., Measurement of giant magnetic anisotropy in a uranium compound. *Appl. Phys. Lett.* (1990) v. 57 p. 989-991
- Lander, G.H.; Brooks, M.S.S.; Lebech, B.; Brown, P.J.; Vogt, F.O.; Mattenberger, K., Measurement of anisotropy constant in US with polarized neutrons. I: 35. Annual Conference on magnetism and magnetic materials. Abstracts. 35. Annual Conference on magnetism and magnetic materials, San Diego, CA, 29 Oct - 1 Nov 1990. (American Institute of Physics, Woodbury, NY, 1990) p. 85
- Lebech, B.; Wulff, M.; Lander, G.H., Spin and orbital moments in actinide compounds. I: 35. Annual Conference on magnetism and magnetic materials. Abstracts. 35. Annual Conference on magnetism and magnetic materials, San Diego, CA, 29 Oct - 1 Nov 1990. (American Institute of Physics, Woodbury, NY, 1990) p. 328
- Lebech, B.; Wulff, M.; Lander, G.H.; Rebizant, J.; Spirlet, J.C.; Delapalme, A., Neutron diffraction studies of the crystalline and magnetic properties of UFe<sub>2</sub>. *J. Phys. Condens. Matter* (1989) v. 1 p. 10229-10248
- Leffers, T.; Bilde-Sørensen, J.B., Intra- and intergranular heterogeneities in the plastic deformation of brass during rolling. *Acta Metall. Mater.* (1990) v. 38 p. 1917-1926
- Leffers, T.; Juul Jensen, D., The effect of bending and straightening on rolling texture and microstructure in brass. *Scr. Metall. Mater.* (1990) v. 24 p. 2431-2435
- Leveiller, F.; Jacquemain, D.; Lahav, M.; Leiserowitz, L.; Kjær, K.; Als-Nielsen, J., Ion induced two-dimensional self-aggregation of monolayers: Direct evidence for ordered counter-ionic layers. An x-ray synchrotron study. (MS-09.01.06). *Acta Cryst. A Suppl.* (1990) v. 46 p. C-373
- Liisberg, C., Rapid development of high quality, discount-priced expert systems. I: Expert systems in agricultural research. Workshop on expert systems in agricultural research. Ebeltoft, 4-5 Dec 1990. Skov, F.; Ballegaard, T.; Aggergaard Mikkelsen, S.; Fodsette Møller, M.; Kolind Rasmussen, L. (eds.), (Statens Planteavlsselskab; Statens Husdyrbrugsforsøg, Tjele, 1990) (Fællesberetning nr. SF1 - 1990) p. 87-93
- Lilholt, H., Bergsøe-medaljen tildelt Michael F. Ashby. I: Valg af materialer. Dansk Metallurgisk Selskabs vintermøde, Ry, 3-5 Jan 1990. Lilholt, H.; Gundel, P.H. (eds.), (Dansk Metallurgisk Selskab, Lyngby, 1990) p. 443-445
- Lilholt, H.; Gundel, P.H. (eds.), Valg af materialer. Dansk Metallurgisk Selskabs Vintermøde, Ry, 3-5 Jan 1990. (Dansk Metallurgisk Selskab, Lyngby, 1990) 547 p.
- Lindgård, P.-A., Kinetics of slow domain growth in complex systems. I: Proceedings of the symposium characterising complex systems. Interdisciplinary workshop on complexity and chaos. Symposium on characterising complex systems, Risø, 2 Jun 1989. Bohr, H. (ed.), (World Scientific Publishing Co., Singapore, 1990) p. 28-33
- Lindgård, P.-A.; Castán, T., Kinetics of slow domain growth: The  $n = 1/4$  universality class. *Phys. Rev. B* (1990) v. 41 p. 4659-4662
- Lindgård, P.-A.; Castán, T., Kinetics of slow domain growth in complex systems. *Rev. Bras. Fis.* (1989) v. 19 p. 338-348
- Lindgård, P.-A.; Mouritsen, O.G., Fluctuation effects in first-order phase transitions: Theory and model for martensitic transformations. *Phys. Rev. B* (1990) v. 41 p. 688-703
- Liu, Y.L.; Fei, N.J., Study of various techniques for grain structure investigation in Al-SiC<sub>w</sub> composites. *Mater. Charact.* (1990) v. 25 p. 241-250
- Liu, Y.L.; Hansen, N.; Juul Jensen, D., Nucleation and growth in cold-rolled aluminium containing silicon carbide whiskers and aluminium oxide particles. I: Proceedings of the 7. international conference on composite materials. Vol. 1. 7. International conference on composite materials. ICCM, Guangzhou, 22-24 Nov 1989. Wu Yunshu; Gu Zhenlong; Wu Renjie (eds.), (International Academic Publishers, Beijing, 1989) p. 529-534
- Liu, Y.L.; Hansen, N.; Juul Jensen, D., Effect of dispersion parameters and cold deformation on the recrystallization of Al-SiC composites containing Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> particles. I: Microstructure and mechanical processing. Abstracts. Microstructure and mechanical processing, University of Cambridge, 28-30 Mar 1990. (The Institute of Metals, London, 1990) p. 40
- Lorentzen, T., Bulk residual strain measurements by neutron diffraction. I: Proceedings of the 9. International conference on experimental mechanics. Vol. 3. 9. International conference on experimental mechanics, Copenhagen, 20-24 Aug 1990. (Department of Structural Engineering, Technical University of Denmark, Copenhagen, 1990) p. 1207-1216
- Lorentzen, T., Bulk residual stress studies by neutron diffraction. (Materials Department. Risø National Laboratory, Roskilde, Institute of Mechanical Engineering, Aalborg University, Aalborg, 1990) 106 p.
- Lorentzen, T.; Christoffersen, J., Limitations on the strain tensor determination by neutron diffraction using position-sensitive detector. *NDT Int.* (1990) v. 23 (no.2) p. 107-109
- Lynov, J.P.; Nielsen, A.H.; Pécseli, H.L.; Juul Rasmussen, J., Autonomous models for two dimensional turbulence. I: Proceedings of the symposium characterising complex systems. Interdisciplinary workshop on complexity and chaos. Symposium on characterising complex systems, Risø, 2 Jun 1989. Bohr, H. (ed.), (World Scientific Publishing Co., Singapore, 1990) p. 17-21
- Lysrup, Å., Vikling af kulfiberforstærkede epoxy-ringe. Fremstillingsprocessens indflydelse på materialekvaliteten. Risø-Metal-S-8903; Risø-Metal-S-8903(bilag) (1989) vp.
- Malmgren-Hansen, B.; Mogensen, M.; Poulsen, F.W., Automatic performance of electrochemical experiments. I: SCAN-ELCHEM-90. Abstracts. Open Scandinavian symposium on new developments in fundamental and applied electrochemistry, Copenhagen, 7-10 Oct 1990. Hammerich, O.; Jensen, O.J.; Ulstrup, J. (eds.), (Danish Electrochemical Society, Copenhagen, 1990) SCI0
- Meng, G.Y.; Rao, N.L.; Jensen, P.V.; Sørensen, O.T., Evaluation of the electrochemical SOX ( $\alpha = 2,3$ ) sensor with a tubular Nasicon electrolyte. I: Recent advances in fast ion conducting materials and devices. Chowdari, B.V.R.; Liu, Q.G.; Chen, L.Q. (eds.), (World Scientific Publishing Company, Singapore, 1990) p. 375-379
- Metallurgy Department. Annual progress report for 1989. Horsewell, A.; Hansen, N. (eds.), Risø-R-578 (1990) 52 p.
- Metallurgy Department. Publications 1989. Horsewell, A. (ed.), Risø-M-2888 (1990) 44 p.
- Mortensen, K.; Pfeiffer, W.; Sackmann, E.; Knoll, W., Structural properties of a lecithin-cholesterol system: Ripple structure and phase diagram. I: Phase transitions in soft condensed matter. NATO Advanced Study Institute on phase transitions in soft condensed matter, Geilo, 4-14 Apr 1989. Riste, T.; Sherrington, D. (eds.), (Plenum Press, New York, 1989) (NATO Advanced Science Institutes Series B: Physics, 211) p. 293-296
- Möhwald, H.; Kien, R.M.; Degenhardt, D.; Kjær, K.; Als-Nielsen, J., Partial order in phospholipid monolayers. *Physica A* (1990) v. 168 p. 127-139
- Nicolai, T.; Brown, W.; Hvidt, S.; Heller, K., A comparison of relaxation time distributions obtained from dynamic light scattering and dynamic mechanical measurements for high molecular weight polystyrene in entangled solutions. *Macromolecules* (1990) v. 23 p. 5088-5096
- Nielsen, B.N.; Thomsen, N.; Karihaloo, B.L., An experimental study of the R-curve behaviour of Mg-PSZ. I: Proceedings of the 9. International conference on experimental mechanics. Vol. 2. 9. International conference on experimental mechanics, Copenhagen, 20-24 Aug 1990. (Department of Structural Engineering, Technical University of Denmark, Copenhagen, 1990) p. 674-683
- Nørund Christensen, A.; Lebech, B., Superconducting cuprates and related oxides. II. Profile refinement of neutron powder diffraction data. *Acta Chem. Scand.* (1990) v. 44 p. 902-906
- Nørund Christensen, A.; Krogh Andersen, E.; Krogh Andersen, I.G.; Alberti, G.; Nielsen, M.; Lehmann, M.S., X-ray powder diffraction study of layer compounds. The crystal structure of  $\alpha$ -Ti(HPO<sub>4</sub>)·H<sub>2</sub>O and a proposed structure for  $\gamma$ -Ti(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)(PO<sub>4</sub>)·2H<sub>2</sub>O. *Acta Chem. Scand.* (1990) v. 44 p. 865-872



Pap, S.; Sjöberg, B.; Mortensen, K., The  $H^+$ -induced dissociation of human plasma  $\alpha_2$ -macroglobulin. An investigation using small-angle neutron scattering and test of trypsin binding activity. *Eur. J. Biochem.* (1990) v. 191 p. 41-45

Patterson, C.; McMorrow, D.F.; Godfrin, H.; Clausen, K.N.; Lebech, B., Evidence for a magnon energy gap in the spin-slip phase of holmium. *J. Phys. Condens. Matter* (1990) v. 2 p. 3421-3425

Pécseli, H.L., Phase space diffusion in turbulent plasmas. *Phys. Scr.* (1990) v. T30 p. 159-165

Pécseli, H.L., Phase space diffusion in turbulent plasmas. I: Contributed papers and abstracts of invited lectures and progress reports. 15. Summer school and international symposium on the physics of ionized gases, Dubrovnik, 3-7 Sep 1990. Veza, D. (ed.), (Institute of Physics of the University Zagreb, Zagreb, 1990) p. 325

Pécseli, H.L.; Trulsen, J., Wave-number-in-cell simulation of weak Langmuir turbulence. *Phys. Rev. Lett.* (1990) v. 64 p. 285-288

Pedersen, J.; Skov, Posselt, D.; Mortensen, K., Analytical treatment of the resolution function for small-angle scattering. *J. Appl. Cryst.* (1990) v. 23 p. 321-333

Pedersen, O.B., Mechanism maps for cyclic plasticity and fatigue of single phase materials. *Acta Metall. Mater.* (1990) v. 38 p. 1221-1239

Pedersen, O.B., Thermoelasticity and plasticity of composites. II. A model system. *Acta Metall. Mater.* (1990) v. 38 p. 1201-1219

Pedersen, O.B., Thermomechanical hysteresis and analogous behaviour of composites. I: Micromechanics and inhomogeneity. The Toshio Mura 65th anniversary volume. Weng, G.J.; Taya, M.; Abé, H. (eds.), (Springer-Verlag, New York, 1990) p. 341-365

Pedersen, O.B., Modelling of the cyclic plasticity of metal matrix fibre composites. I: Fatigue of metal matrix composites and multimatrics. 4. International spring meeting, Paris, 12-13 Jun 1990. (Editions de la revue de metallurgie, Paris, 1990) p. 183-192

Peters, P.W.M.; Lystrup, A.; Andersen, S.-I., A novel tool to determine the optimum fabrication parameters of thermoplastic CFRP laminates. I: Developments in the science and technology of composite materials. ECCM 4, 4. European conference on composite materials, Stuttgart, 25-28 Sep 1990. Füller, J.; Grüninger, G.; Schulte, K.; Bunsell, A.R.; Massiah, A. (eds.), (Elsevier Applied Science, London, 1990) p. 119-127

Petersen, S.B.; Bohr, H.; Bohr, J.; Brunak, S.; Cotterill, R.M.J.; Fredholm, H.; Lautrup, B., Training neural networks to analyze biological sequences. *Trends Biotechnol.* (1990) v. 8 (no.11) p. 304-308

Physics Department annual progress report 1 January - 31 December 1989. Als-Nielsen, J.; Skov Pedersen, J.; Juul Rasmussen, J.; Lebech, B. (eds.), Riso-R-574 (1990) 124 p.

Poulsen, F.W.; Bilde-Sørensen, J.B.; Ghanbari-Ahari, K.; Knab, G.G.; Hartmanová, M., Oxygen ion conduction in ternary zirconia mixtures: Effects of  $\text{SrO}$  on  $\text{MgO}$ . *Solid State Ionics* (1990) v. 40/41 p. 947-951

Shirane, G.; Als-Nielsen, J.; Nielsen, M.; Tranquada, J.M.; Chou, H.; Shamoto, S.; Sato, M., Magnetic correlations in  $\text{Yb}_{1-x}\text{Cu}_x\text{O}_{6+x}$  at superconducting concentrations. *Phys. Rev. B* (1990) v. 41 p. 6547-6552

Siemensmeyer, K.; Kakurai, K.; Steiner, M.; Jyrkkio, T.A.; Huiku, M.T.; Clausen, K.N., Neutron scattering investigation of the ordered state of the nuclear spins in Cu at 60 nK. *J. Appl. Phys.* (1990) v. 67 p. 5433-5435

Skov Jensen, A., Error analysis of integer fast Fourier transforms used for ID signal correlation. Riso-M-2860 (1990) 17 p.

Smith, H.G.; Berliner, R.; Jorgensen, J.D.; Nielsen, M.; Trivisonno, J., Pressure effects on the martensitic transformation in metallic lithium. *Phys. Rev. B* (1990) v. 41 p. 1231-1234

Stein, D.L.; Bohr, H., Discussion of complexity measures. I: Proceedings of the symposium characterising complex systems. Interdisciplinary workshop on complexity and chaos. Symposium on characterising complex systems, Riso, 2 Jun 1989. Bohr, H. (ed.), (World Scientific Publishing Co., Singapore, 1990) p. 3-13

Stenum, B.; Ellegaard, O.; Schou, J.; Sørensen, H., Thickness dependence of the sputtering yield from solid deuterium by light keV ions. *Nucl. Instrum. Methods. Phys. Res. B* (1990) v. 48 p. 530-533

Sørensen, H.; Bundgaard, J.; Hansen, J.E.; Sass, B.; Weisberg, K.-V., A compact multishot pellet injector design for FTU and RFX. I: 16. Symposium on fusion technology. Book of abstracts. 16. Symposium on fusion technology, London, 3-7 Sep 1990. (JET Joint Undertaking, Abingdon, 1990) (SOFT, 16) p. 111

Sørensen, H.; Hansen, J.E.; Kossek, H.; Michelsen, P.; Sass, B.; Thorsen, J.; Weisberg, K.-V., A multishot pellet injector feasibility study. I: 16. Symposium on fusion technology. Book of abstracts. 16. Symposium on fusion technology, London, 3-7 Sep 1990. (JET Joint Undertaking, Abingdon, 1990) (SOFT, 16) p. 89

Sørensen, H.; Hansen, J.E.; Michelsen, P.; Sass, B.; Weisberg, K.-V.; Knudsen, O.; Michelsen, E., A microwave cavity for measurement of the mass of hydrogen pellets. *Rev. Sci. Instrum.* (1990) v. 61 p. 3464-3466

Tang, F.L.; Chang, C.T., Similarity parameters of a steady plane ablated flow

under the impact of an electron beam. Riso-M-2837 (1990) 49 p.

Thomsen, N.; Nielsen, B.; Karhaloo, B., Numerical determination of transformation zone in partially stabilized zirconia (PSZ). I: 2. World congress on computational mechanics. Extended abstracts of posters. 2. World congress on computational mechanics, Stuttgart, 27-31 Aug 1990. (International Association of Computational Mechanics, Stuttgart, 1990) p. 874-877

Toft Sørensen, O., Thermodynamic and structural evidence for the presence of defect clusters in some non-stoichiometric oxides. I: Non-stoichiometric compounds. Surfaces, grain boundaries and structural defects. NATO Advanced research workshop on non-stoichiometric compounds. Surfaces, grain boundaries and structural defects. Rottach-Egern, 3-9 Jul 1988. Nowotny, J.; Weppner, W. (eds.), (Kluwer, Dordrecht, 1989) (NATO Advanced Science Institutes Series C: Mathematical and Physical Sciences, 276) p. 123-136

Toft Sørensen, O., Structural ceramics based on non-stoichiometric zirconia. I: International symposium on solid state chemistry of advanced materials. Program and collected abstracts. Workshop on nonstoichiometric compounds; Workshop on high temperature corrosion of advanced materials and protective coatings, Tokyo, 3-7 Dec 1990. (Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 1990) p. 31

Trinkaas, H.; Singh, B.N.; Foreman, A.J.E., Influence of cascade damage on helium diffusion and bubble nucleation. *J. Nucl. Mater.* (1990) v. 174 p. 80-85

Warner, T.J.; Withers, P.J.; Juul Jensen, D.; Stobbs, W.M., Phase transformations in MMC reinforcements. I: Fundamental relationships between microstructures and mechanical properties of metal matrix composites. Symposium on fundamental relationships between microstructures and mechanical properties of metal matrix composites. Indianapolis, IN, 1-5 Oct 1989. Liaw, P.K.; Gungor, M.N. (eds.), (Minerals, Metals and Materials Society, Warrendale, PA, 1990) p. 313-324

Withers, P.J.; Lorentzen, T.; Stobbs, W.M., A study on the relation between the internal stresses and the external loading response in Al/SiC composites. I: Proceedings of the 7. international conference on composite materials. Vol. 1, 7. International conference on composite materials. ICCM, Guangzhou, 22-24 Nov 1989. Wu Yunshu; Gu Zhenlong; Wu Renjie (eds.), (International Academic Publishers, Beijing, 1989) p. 429-434

Wolny, J.; Pytlík, L.; Lebech, B., A continuous transition from twins to quasi-crystals. *J. Phys. Condens. Matter* (1990) v. 2 p. 785-795

Woo, C.H.; Singh, B.N.; Heinisch, H., A diffusion approach to modelling of

irradiation-induced cascades. *J. Nucl. Mater.* (1990) v. 174 p. 190-195

Woo, C.H.; Singh, B.N., The concept of production bias and its possible role in defect accumulation under cascade damage conditions. *Phys. Stat. Sol. (b)* (1990) v. 159 p. 609-616

Wulff, M.; Eriksson, O.; Johansson, B.; Lebech, B.; Brooks, M.S.S.; Lander, G.H.; Rebizant, J.; Spirlet, J.C.; Brown, P.J., Experiment and theory of actinide intermetallic magnetism: A test case of  $\text{NpCo}_2$ . *Europhys. Lett.* (1990) v. 11 p. 269-274

Yura, H.T.; Hanson, S.G., Speckle statistics for propagation through complex ABCD systems. I: Optics in complex systems. 15. Congress of the International Commission for Optics, Garmisch-Partenkirchen, 5-10 Aug 1990. Lanzl, F.; Preuss, H.-J.; Weigelt, G. (eds.), (The International Society for Optical Engineering, Bellingham, WA, 1990) (SPIE, 1319) p. 67

## Generelt

Bundgård, N., CARPE DIEM. Tankestof til inspiration for seniorer. (Forlaget Factum, Roskilde, 1990) 12 p.

Computer Section. Progress report 1 Jan - 31 Dec 1989. Riso-M-2862 (1990) 16 p.

Sønderberg Petersen, L. (ed.), Energiforskning - for fremtidens energisystem. (Forskningscenter Riso, Roskilde, 1990) 24 p.

Kirkegaard, P.; Lang Rasmussen, O., LINPROG: A linear-programming code developed at Riso. Riso-M-2797 (1990) 79 p.

Kjems, J., Fusionen på Riso lægges om. Men fusionsforskningen nedlægges ikke, som frygtet i forskerkredse. *Ingeniøren* (1990) v. 16 (no.9) p. 8

Kjems, J., Japansk forsknings tigerspring. *Berlingske Tidende*. 28 juli 1990

Kristensen, E., Improvement of the bandwidth of the transient digitizers in the LIDAR Thomson scattering diagnostic on JET. Riso-M-2873 (1990) 22 p.

Riso Bibliotek. Tidsskriftkatalog. 16 udgave. Riso-M-2636 (1990) 167 p.

Riso i korte træk. Forskningscenter Riso 90/91. (Forskningscenter Riso, Roskilde, 1990) 3 p.

Sørensen, H.C., Håndbog for programkoordinatorer og projektledere vedrørende organisation og administration. Det nordiske kernesikkerhedsprogram 1990-1993. NKS-90-2 (1990) vp.

Sørensen, H.C., Bilag med adressefortegnelser til håndbog for programkoordinatorer og projektledere vedrørende organisation og administration. Det nordiske kernesikkerhedsprogram 1990-1993. NKS-90-2(bilag) (1990) 21 p.



# Regnskab (mio. kr. i aktuelt års niveau)

48



	Regnskab	Regnskab	Budget
Indtægter	1989	1990	1991
Finanslovbevilling til driftsudgifter	238,4	242,9	232,7
Finanslovbevilling til anlægsudgifter	3,0	4,0	7,5
Finanslovtilskud til uddannelse m.v.	8,2	8,2	8,4
Kontraktvirksomhed og programforskning	132,8	137,6	145,0
Finanslovbevilling for driftsindtægter	2,8	2,0	2,6
Statsafgift	-5,2	-5,3	-7,4
Statsindtægter	-2,2	-1,7	-1,3
<b>I alt</b>	<b>377,8</b>	<b>387,7</b>	<b>387,5</b>

Den indtægtsdækkede virksomheds bidrag til fællesudgifter i 1990 var 21 mio.kr. I tidligere årsrapporter angav søjlerne »Budget« tallene fra finanslovbevillingen. I nærværende årsrapport er samtlige søjler »Budget« det ajourførte forventede regnskabsresultat.

Formue			
Reserver primo	42,8	42,5	40,5
Forrentning af reserver	1,2	1,0	0,8
Resultat	-1,5	-3,0	-10,0
<b>Reserver ultimo</b>	<b>42,5</b>	<b>40,5</b>	<b>31,3</b>

## Reserver ultimo 1990 disponeres således:

Hensat til imødegåelse af uforudset nedgang i den indtægtsdækkede virksomhed	20,0
Afsat til investeringsudgifter 1991	10,0
Afsat til investeringsudgifter senere	10,5
<b>I alt</b>	<b>40,5</b>

	Regnskab	Regnskab	Budget
Udgifter	1989	1990	1991
<b>Lønninger</b>	<b>236,9</b>	<b>241,3</b>	<b>234,0</b>
<b>Stipendiater</b>	<b>6,7</b>	<b>6,5</b>	<b>6,6</b>
Materialer	22,7		23,4
Rejser	8,8		9,0
Kontorhold	8,3		7,7
Fremmede tjenesteydelser, tilskud	33,3		30,0
Olie, el og gas	11,3		11,6
Reaktorbrændsel	3,8		6,2
Køb af varer og tjenesteydelser	88,2	87,9	87,0
Erhvervelse af materiel	32,6	35,2	45,4
Leje, vedligeholdelse og skatter	11,8	11,8	15,0
Afskrivninger på debitorer		2,6	1,0
Diverse driftsudgifter		0,2	1,0
Byggeri og anlæg	3,1	5,2	7,5
<b>I alt</b>	<b>379,3</b>	<b>390,7</b>	<b>397,5</b>

Opstilling svarer til Finanslov 91's opstilling.

I »Erhvervelse af materiel« indgår større investeringer i forskningsudstyr og anlæg, som i 1990 udgjorde 19,1 mill. kr. og for 1991 er budgetteret til 26,5 mill. kr.

## Resultat

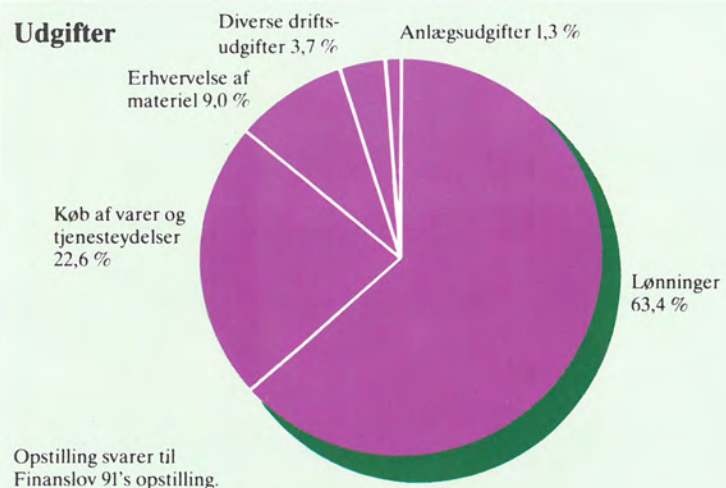
<b>I alt</b>	<b>-1,5</b>	<b>-3,0</b>	<b>-10,0</b>
--------------	-------------	-------------	--------------

Som statsinstitution skal Risø ikke opsamle reserver. I overensstemmelse hermed er af de nuværende reserver planlagt disponeret 10 mio.kr. i 1991 og 10,5 mio. senere, hvilket fører til planlagte underskud i 1991 og senere.

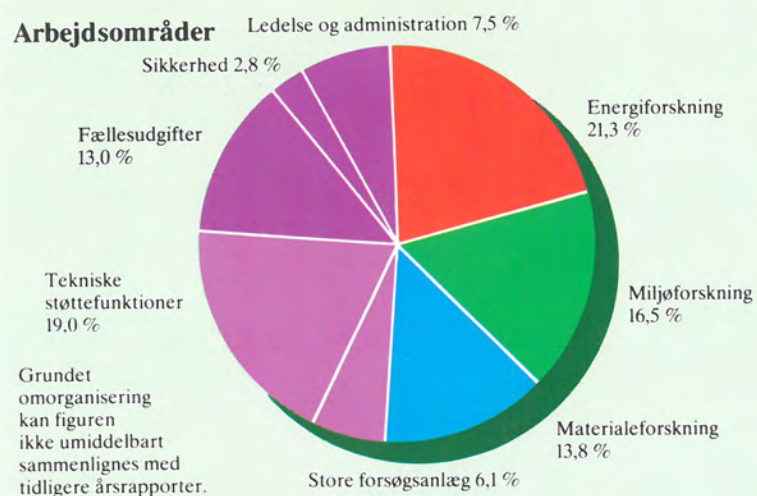


## Fordeling 1990

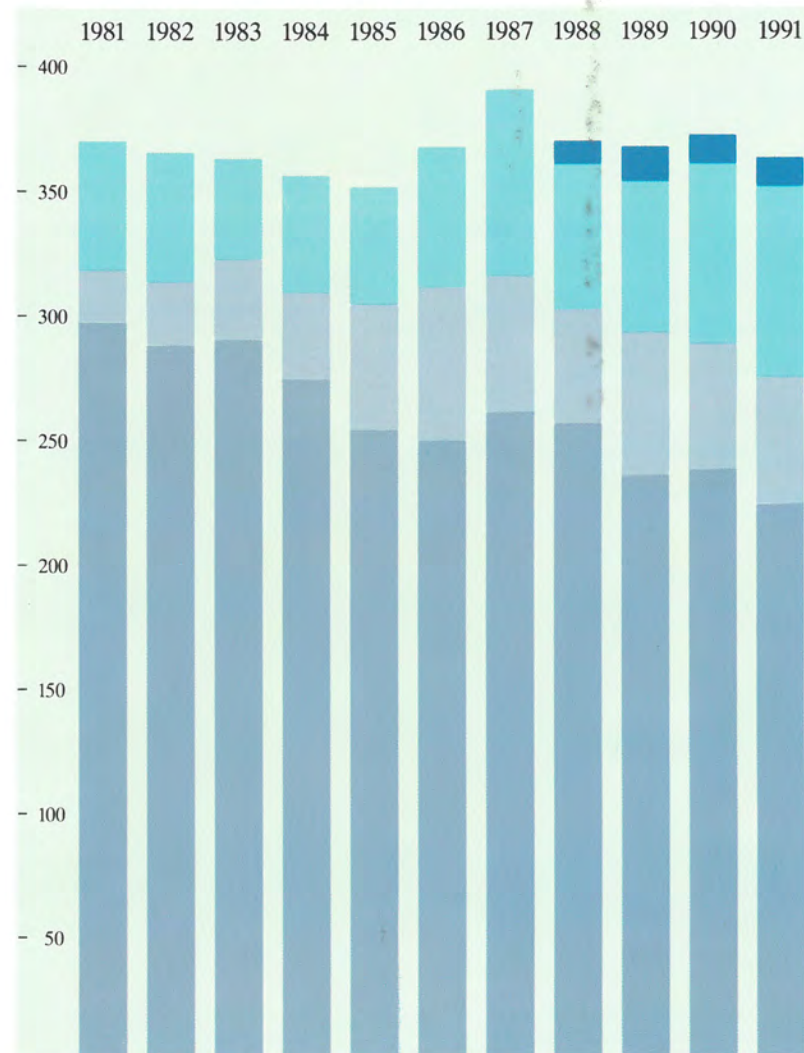
### Udgifter



### Arbejdsområder



## Udvikling 1981-1991



(1990-prisniveau, mio.kr.)

- Finanslovbevilling
- Kommercielle kontrakter
- Programforskning
- Anden kontraktvirksomhed

»Anden kontraktvirksomhed« har før 1988 været anført under »Programforskning«.

Søjlen for 1990 indeholder ikke en særbevilling på 5 mill. kr., som Risø fik til EDB-modernisering.



